BnF Gallica

Notices et discours. t. 2 : 1937-1948 / Institut de France, Académie des sciences

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

Académie des sciences (France). Auteur du texte. Notices et discours. t. 2 : 1937-1948 / Institut de France, Académie des sciences. 1937-1974.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

NOTICES ET DISCOURS

TOME SECOND

1937 - 1948

Institut de France. 2
Notices et discours
3286

PARIS
GAUTHIER-VILLARS
MCM XLIX

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

NOTICES ET DISCOURS

INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

NOTICES ET DISCOURS

TOME SECOND

1937 - 1948

PARIS
GAUTHIER - VILLARS
M CM XLIX

FUNÉRAILLES

DE

HENRI DOUVILLÉ

Membre de la Section de Minéralogie,

à PARIS,

le vendredi 22 janvier 1937.

DISCOURS

DE

M. CHARLES JACOB

Membre de l'Académie des sciences.

Malgré qu'il ait été la simplicité et la modestie mêmes, malgré qu'il ait toujours montré peu de goût pour les manifestations d'apparat, au moins s'adressant à sa personne, M. Henri Douvillé, s'il avait exprimé ses dernières volontés, nous aurait sans doute permis de nous arrêter dans ce cimetière, avant que sa tombe ne se ferme. Il aurait, à coup sûr, compris que nous exprimions à Madame Henri Douvillé, à ses enfants et à ses petits-enfants notre respectueuse sympathie et que nous leur disions combien leur grand deuil est le

nôtre. Il est celui de l'Institut de France qui s'honorait de le compter parmi ses membres depuis près de trente ans. Il est celui de la Société géologique de France, qui l'a élu deux fois Président, qui lui a décerné son plus grand prix, le prix Albert Gaudry, et l'a entouré de son respect durant les longues années où il a suivi ses séances avec une assiduité et une bienveillance jamais rencontrées. Notre grand deuil commun est enfin — Monsieur le Directeur de l'Ecole des Mines l'a dit avec plus d'autorité que moi — celui du Corps des Mines: la mémoire de M. Douvillé ira rejoindre celle des Albert de Lapparent, des Auguste Michel-Lévy, des Marcel Bertrand et des René Zeiller, pour ne citer que ses contemporains immédiats dans la lignée des Ingénieurs des Mines qui se sont consacrés à l'étude de la terre, ont enseigné à Paris, et, comme lui, ont fait partie de l'Académie des sciences.

Vue en raccourci, la vie de M. H. Douvillé paraît toute droite, marquée par une belle succession de travaux fondamentaux, produits avec clarté, méthode et prudence; à travers leur développement, on suit l'exercice d'une pensée restée lumineuse jusqu'à la fin, à la fois hardie et perspicace, alliant à l'esprit géométrique et à l'esprit de finesse un sens aigu de l'observation, pour aboutir à une œuvre qui se classe au premier rang parmi celles des grands paléontologistes du siècle écoulé.

M. H. Douvillé était né à Toulouse le 16 juin 1846; il y fit ses études au lycée, et le palmarès de cet établissement reproduit encore chaque année son nom dans la liste des lauréats dont on veut conserver le souvenir à travers les générations scolaires successives. En 1863, à 17 ans, il était reçu à l'Ecole polytechnique. Il en sortait major en 1865 pour entrer dans le Corps des Mines. Encore élève-ingénieur, il fut attaché, le 1er octobre 1867, par Elie de Beaumont au Service de la Carte géologique de France qui venait d'être définitivement organisé. Il y passe cinq ans, relevant les feuilles détaillées de Boulogne-sur-Mer, d'Orléans et de Gien. On le voit ensuite, pour peu de temps, Ingénieur des Mines à Bourges, puis à Limoges, continuant à s'occuper de la Carte, avec les feuilles de Bourges, de Blois et même celle de Nancy.

En 1875, à 29 ans, il revient à l'Ecole des Mines qu'il ne devait plus quitter. D'abord attaché à Bayle, le professeur de paléontologie d'alors, il lui succède en 1881, quand celui-ci prend sa retraite, et il occupe la chaire jusqu'en 1911. A son tour atteint par la limite d'âge, il ne cesse pas cependant de retourner à l'Ecole des Mines et d'y passer ses heures les plus laborieuses.

Les splendides collections de l'Ecole des Mines, uniques en France et peut-être au monde en ce qui concerne les Invertébrés, on peut dire que M. Douvillé s'était identifié avec elles. Il en a déterminé et classé quasi chaque échantillon, cherchant à obtenir pour les groupes, les genres et les espèces, une sorte de vaste tableau critique des rameaux naturels, depuis les formes les plus anciennes jusqu'à celles de l'époque actuelle. C'est là, dans ces collections, qu'il fallait surtout le voir. Il y a reçu pendant de nombreuses années, entouré de quelques bons amis qui, hélas, au cours d'un demi-siècle, se sont relayés. Toujours documenté, plein d'idées, il s'est montré particulièrement encourageant pour les jeunes qui lui en gardent une indéfectible reconnaissance, ne ménageant ni son temps, ni sa peine dans l'orientation de leurs recherches et assurant lui-même la plus grosse charge de leurs déterminations. « Comment ferons-nous lorsque M. Douvillé ne sera plus là? » C'est l'anxieuse question, d'une pénible acuité aujourd'hui, que se sont bien souvent posée tous ceux qui, de près ou de loin, venaient avec leurs récoltes et ont eu recours à son érudition et à sa complaisance sans limites.

Son œuvre paléontologique est immense. Plus de 450 notes ou mémoires lui sont dus, tous objectifs, mais fourmillant aussi de vues originales, sans que, même avec le recul que permet la date des premiers, on puisse y démêler du déchet et même des fissures. L'inventaire de tous ces travaux sera fait ailleurs, non avec le souci, parfois un peu vain, de prévoir, en écrivant une notice, ce que la postérité pourra conserver, mais avec le désir, plus productif, de parcourir en détail l'édifice, de s'y instruire et d'y rétablir comme la « somme » de nos connaissances actuelles sur beaucoup de groupes d'Invertébrés.

Les grandes lignes se suivent assez bien.

Le départ est peut-être dans les magnifiques préparations de Rudistes que l'habile ciseau de Bayle nettoyait sous l'œil attentif de son assistant. Ces Rudistes devaient occuper M. H. Douvillé jusqu'à son dernier jour et ce que l'on sait sur eux lui est dû presqu'entièrement. Il s'agit d'un groupe très curieux de Mollusques qui ont pullulé par place dans les mers chaudes de la fin des temps jurassiques et pendant les temps crétacés. Adaptés progressivement à la vie récifale, fixateurs du calcaire un peu comme les coraux, ils présentent toutes les formes, depuis le bivalve banal, jusqu'au développement exagéré des deux moitiés de la coquille, ou de l'une seulement en manière de corne, ou de cornet très allongé, l'autre se réduisant parfois à une sorte d'opercule. La nature du test est également très variée, mince ou épaisse; beaucoup offrent des cavités ou des canaux, mais de dispositions et sans doute de fonctions assez diverses . . . . Que de fois M. H. Douvillé y est revenu, décrivant en détail tous les rameaux et leur consacrant des monographies, plus ou moins étendues! Celles sur les plus évolués, les Hippurites, avec leurs dessins et leurs planches, sont les véritables joyaux de la belle collection des Mémoires paléontologiques de la Société géologique de France. Dans toutes ces publications, les idées générales abondent, jusqu'à une dernière note, parue il y a deux ans seulement, qui est une sorte de résumé, d'*ultima verba* sur le groupe tout entier.

L'étude des Rudistes a très vite conduit M. H. Douvillé à s'occuper des mers chaudes, équatoriales, alpines, qui pendant les temps secondaires ont séparé les blocs continentaux du Nord de ceux qui s'étendent sur l'hémisphère austral. Il reprenait, en la généralisant singulièrement dans l'espace et dans le temps, la notion initiale de Neumayr sur la distribution probable des températures dans les mers jurassiques. La Tethys de Neumayr, la Méditerranée centrale d'autres auteurs, il l'a appelée à son tour la Mésogée, et cette Mésogée, on peut dire que, depuis les temps carbonifères jusque tard dans le Tertiaire, il l'a explorée dans tous les sens et à ses divers niveaux. Les matériaux ont du reste afflué vers sa compétence: l'isthme de Panama, les Antilles, l'Afrique du Nord, les régions soudanaises, l'Angola, le Nord

du Sinaï, la Palestine, le Liban, l'Abyssinie, Madagascar, les plateaux de l'Iran, le Tibet, l'Indochine et les îles néerlandaises ,ont rivalisé à lui apporter des matériaux d'étude.

La Mésogée est caractérisée, en particulier, par l'abondance des grands Foraminifères benthiques et ainsi s'est développé un second ensemble, majeur, dans les patientes et sagaces études de M. H. Douvillé. Fusulines du Permocarbonifère, Orbitolines du milieu du Crétacé, Orbitoïdes de la fin du Crétacé et de la première moitié du Tertiaire, Nummulites du Paléogène et bien d'autres genres plus restreints, que de notes et mémoires, que de vues générales sur la structure, l'évolution et la distribution chronologique des formes on doit à ce grand spécialiste, consulté par le monde entier.

Mais, à côté des beaux groupes mésogéens, on peut dire qu'il n'a guère négligé les autres Invertébrés. Il s'est occupé des Oursins, des Brachiopodes, des Bivalves, des Gastropodes, des Ammonites, des Belemnites..., toujours avec la préoccupation de reconnaître un ordre naturel et d'expliquer les singularités.

Dans les Ammonites par exemple, il émet des vues profondes sur les curieuses Cératites de la Craie, dont, dans des fins de séries, les cloisons retournent à des types plus ou moins dégénérés et simplifiés, mais dérivent, comme il l'a montré, de cloisons d'Ammonites normales.

Chez les Bivalves, il a dressé des classifications générales et il a réservé une considération particulière aux animaux fouisseurs, aux Desmodontes rassemblant dans un groupe « fagot », suivant son expression favorite, des rameaux d'origines diverses, mais devant leurs caractères convergents, ceux de la charnière dans le cas présent, à un mode de vie déterminé.

Ayant débuté par la géologie sur le terrain, M. H. Douvillé a toujours tenu à effectuer des courses personnelles. Il a eu l'heureuse fortune de le pouvoir jusqu'à un âge avancé et ainsi il a apporté maintes suggestions et fait jaillir parfois des lueurs vraiment prophétiques.

N'est-ce point lui qui, en 1900, aux environs d'Interlaken, s'inspi-

rant des vues structurales de son collègue et ami Marcel Bertrand, a le premier indiqué que la distribution du faciès dans les terrains tertiaires était inexplicable sans recourir à un entassement de séries hétéropiques superposées, à un échaffaudage de nappes, que Maurice Lugeon analysera un peu plus tard dans sa belle synthèse des Alpes suisses, et que le regretté Jean Boussac, un des disciples préférés de M. H. Douvillé, reprendra quant aux formations nummulitiques ?

Par contre, sur le versant Nord des Pyrénées, où, à Biarritz, et aussi en Béarn avec son ami le comte O'Gorman, il est revenu bien souvent, attiré par les dépôts mésogéens, il a toujours parlé de structures simples, en conformité avec de solides observations.

Tels sont très imparfaitement tracés, les grands traits de l'œuvre scientifique de M. H. Douvillé.

Qu'ajouter sur l'homme ?

Il est bien délicat de soulever, même discrètement, le voile qui cache une sorte de «jardin secret» qu'il entendait se réserver autant qu'il était lui-même respectueux de l'individualité d'autrui. Cependant, la belle ordonnance de sa pensée et de ses écrits s'expliqueraient incomplètement s'il n'était fait au moins une allusion à sa vaste culture générale. Les littératures et les civilisations tant anciennes que modernes, les voyages, l'archéologie antique retenaient toute l'attention de ce grand liseur. Chez lui, les livres et les revues ont toujours abondé pour être ouverts et médités. Souvent aussi, nous l'avons vu emprunter à la bibliothèque de l'Institut des ouvrages, parfois bien étrangers à ses études habituelles. Dimanche dernier encore, il me parlait, avec une précision surprenante, de fouilles actuellement en cours sur les édifices millénaires des bords de l'Euphrate.

Collectionneur dans l'âme, il s'intéressait aussi aux œuvres d'art, rassemblées avec érudition et avec goût dans son bel intérieur du Boulevard Saint-Germain. Dans cet ordre d'idées, puis-je apporter un souvenir personnel. Lors de ses derniers voyages, il lui arriva

de villégiaturer dans mon pays de Savoie et, ainsi, par un après-midi d'été, nous eûmes l'occasion de parcourir ensemble les rues d'une petite ville, dont je croyais que les vieux murs m'étaient familiers. A regarder les façades, le coin d'une fenêtre, le détail d'une porte, il m'en apprenait l'histoire, l'époque, le style plus ou moins parfaitement traduit.

Au soleil couchant de ce même jour, nous nous assîmes sur une terrasse, dominant le vaste bassin de Léman, en face de la Suisse romande où, en 1901, voulut-il bien me rappeler, nous nous étions vus pour la première fois.

Mon cher Maître,

Les années ont passé depuis cette rencontre à Lausanne entre un jeune étudiant et le grand savant dont l'œuvre illustrait depuis longtemps déjà la science française.

Ces années, elles ont eu pour vous de bien dures séparations. Après votre fils Robert, mort à l'ennemi en 1914, alors que ses premiers travaux le montraient digne du nom qu'il portait, après votre chère fille Marthe, qui vous avait dévoué toute son admiration et toute son affection, un terrible accident vous enleva votre autre fille Rachel, qui avait fondé un foyer.

A chaque coup tragique du sort, vous vous êtes stoïquement replié sur vous-même. Vous repreniez le chemin de l'École des Mines et votre douleur s'absorbait dans vos travaux.

En ces dernières semaines, vous me parliez de votre âge et du premier avertissement grave donné par votre santé. Hélas, voici qu'il faut nous résigner, bien mal, à ne plus vous avoir au milieu de nous et à vous exprimer, au nom de vos confrères, de vos élèves et de vos amis, un très respectueux et un triste adieu!

CÉRÉMONIE COMMÉMORATIVE

DU

PREMIER ANNIVERSAIRE DE LA MORT

DE

PIERRE VIALA

Membre de l'Académie des sciences,

A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE,

le jeudi 11 février 1937.

DISCOURS DE M. EMMANUEL LECLAINCHE

Président de l'Académie des sciences.

MON CHER MINISTRE (1)

MESDAMES,

MESSIEURS,

En 1881, Pierre Viala sort de l'École d'agriculture de Montpellier. Il a été un très brillant élève et l'un de ses maîtres, Gustave Foëx, l'attache aussitôt à son enseignement de la viticulture en qualité de préparateur-répétiteur.

Les constitutions de l'enseignement agricole sont telles que la seule difficulté de la carrière consiste à trouver un guide qui vous

(1) M. Jean Perrin, Sous-secrétaire d'État à la Recherche scientifique.

ouvre la porte du temple, et que le néophyte qui l'a franchie se trouve libéré de toute préoccupation d'avenir. Beaucoup l'ont ainsi compris qui ont parcouru sans le moindre effort une paisible et honorable carrière.

Viala en juge tout autrement. Il sait que la chaire de viticulture lui sera bientôt dévolue. Il sait que des problèmes nouveaux sont posés qui n'ont pu être résolus jusqu'ici. Alors que l'on s'accomodait tant bien que mal des vieilles maladies qui attaquaient la vigne, voici que des affections nouvelles sont apparues, à peine connues, autochtones ou importées, tandis que, depuis plus de dix années, un fléau progresse avec une telle certitude que l'on peut prévoir la très prochaine disparition du vignoble français. Les pauvres moyens mis en œuvre ont échoué contre le phylloxéra et personne n'en suggère de nouveaux.

Viala discerne les raisons de cette impuissance. Non seulement on connaît imparfaitement la physiologie de la plante et les conditions de sa résistance aux ennemis qui l'assaillent, mais on ignore presque tout de ceux-ci et certains ne sont même pas identifiés. Les recherches à entreprendre supposent une forte initiation scientifique, impliquant la connaissance des méthodes et la pleine possession des techniques. C'est ainsi que Viala se décide à reprendre la vie scolaire pour suivre à l'Université l'enseignement des sciences naturelles. Cette résolution, qu'il prend à 21 ans, devait décider de toute sa carrière de savant. Elle atteste à la fois la sûreté de son jugement et la maturité précoce de son esprit.

Dans cette vieille Ecole de Montpellier, encore toute imprégnée de l'esprit salernitain, il jouit pleinement de cette formation universitaire qui s'accordait si heureusement avec les tendances de son esprit. En 1883, il est licencié ès-sciences. Pendant plusieurs années, il poursuit des études de botanique sous la direction du maître éminent que fut Charles Flahault, et il entreprend des études personnelles dans les Facultés et dans ses laboratoires de Montpellier et de Paris. Le grade

de docteur ès-sciences, qu'il reçoit à la Sorbonne en 1891, sanctionne déjà une série de recherches originales.

Sans doute, il avait eu dans le domaine de la viticulture de savants précurseurs: Planchon à Montpellier, Foëx, son maître à l'Ecole d'agriculture, Millardet à Bordeaux... avaient réalisé de très belles recherches. Ils avaient été secondés par une élite de praticiens, observateurs avisés et collaborateurs empressés. Il n'en est pas moins certain que, vers l'année 1880, la situation est lamentable et même tragique si on la considère du point de vue social. Une culture est sur le point de disparaître en des régions où l'on ne peut envisager une substitution quelconque; certains renoncent à la lutte et se préparent un douloureux exode.

La protection de la vigne peut être envisagée de deux façons: renforcer les moyens de défense que possède tout être vivant; diminuer les forces de l'agresseur et les annihiler s'il est possible. Viala étudie l'anatomie et la physiologie de la plante, pour préciser à la fois les conditions et les limites de sa résistance aux parasites et aux traitements envisagés; il étudie aussi les parasites agresseurs pour découvrir leurs points faibles et pour les attaquer utilement.

En dehors du phylloxera, contre lequel on n'espère plus qu'en un miracle — bientôt intervenu d'ailleurs — toutes les maladies de la vigne sont d'origine parasitaire et elles sont dues à des champignons. Viala comprend que l'étude biologique des parasites constitue la préface obligatoire de la prophylaxie. Pour presque tous — l'oïdium étant seul excepté — il obtient, par une méthode originale d'ensemencement, des cultures pures sur des milieux électifs, tandis qu'un appareillage des plus ingénieux permet l'évolution biologique complète des parasites.

La plupart des champignons agresseurs sont capables soit d'une vie saprophytique, soit d'un développement sur d'autres végétaux, et cette circonstance les rend plus redoutables en ce qu'elle assure leur perpétuation en dehors du vignoble. D'autres sont spéciaux à la vi-

gne et transmis seulement par une contagion qui peut d'ailleurs s'opérer à de lointaines distances, par le transport, des souches parasitées.

On retrouve ainsi dans la phytopathologie toutes les notions classiques de la pathologie animale et Viala ne manque pas d'opérer ce rapprochement suggestif. Les êtres vivants, quels qu'ils soient, se trouvent exposés aux mêmes dangers. Il n'est de générale qu'une pathologie considérant, dans les deux règnes qui procèdent de la vie, la série de tous les êtres depuis les formes cellulaires autonomes jusqu'aux animaux supérieurs et à l'homme. Pour l'édification de cette pathologie que Charles Nicolle a brillamment esquissée, on trouvera dans l'œuvre que j'essaie de faire revivre de précieux documents.

C'est encore une donnée d'une portée générale que Viala énonce en signalant l'accoutumance des saprophytes à la vie parasitaire, c'est-à-dire la création de maladies nouvelles. Qu'il me soit permis de rapporter incidemment que, dès 1883, dans un livre devenu classique, j'avais interprété de la même façon «la genèse des contagions naissantes», idée que Maurice Nicolle devait reprendre avec éclat cinquante années plus tard.

Mêmes analogies encore entre l'accoutumance progressive aux toxiques (arsenic, sulfate de cuivre), autrefois observée par Viala, et les phénomènes de résistance *in vivo* de diverses espèces microbiennes, les trypanosomes notamment, aux médications récemment utilisées.

Les recherches de laboratoire inspirent des interventions qui sont aussitôt soumises à des essais contrôlés dans les conditions de la pratique, remises à l'étude si elles se révèlent insuffisantes ou inapplicables, largement diffusées dès qu'elles répondent au but poursuivi. La plupart des maladies sont reconnues passibles d'interventions prophylactiques ou thérapeutiques efficaces; les études poursuivies en collaboration avec les viticulteurs achèvent la mise au point des techniques et réduisent le coût des applications.

C'est dans le même esprit que Viala aborde, en 1887, la lutte contre le phylloxéra. Depuis plus de douze années, on combat sans espoir un parasite qui résiste à tous les traitements. On a fait appel

aux plus illustres savants: Jean-Baptiste Dumas, chargé d'ans et de gloire, le baron Thénard ont prescrit sans conviction des remèdes illusoires. Planchon a pensé que les plants américains qui nous ont apporté le fléau pourraient, par une juste compensation, nous sauver du désastre. Les résultats sont décourageants: des plants réputés réfractaires sont parasités et la plupart ne peuvent être acclimatés. On constate que le terrible phylloxéra ne peut être atteint ni dans le sol où il trouve refuge, ni dans la plante, tuée bien plus sûrement que le parasite par les traitements éventuels; il faut rechercher les raisons de la résistance connue de certaines vignes et tenter de les transposer dans les conditions de la culture. Du problème résolu par Viala, je ne veux retenir ici que la méthode suivie. L'étude préliminaire de la résistance de la plante au parasite montre qu'il s'agit d'un caractère biologique acquis, devenu héréditaire chez certaines variétés et chez leurs croisements. La solution serait trouvée si certains des plants importés ne contractaient dans les terrains crétacés une maladie de la nutrition, la chlorose, et devenaient inutilisables par ce fait. Il faut donc déterminer par une expérimentation méthodique les espèces ou les hybrides résistant à la fois au phylloxéra et à la maladie et, du même coup, aux principaux cryptogames: le mildiou et le black rot. Enfin, il faut répondre à la préoccupation légitime des viticulteurs: la greffe de ces plants résistants conservera-t-elle aux vins de France leurs qualités essentielles?

Après dix années de recherches théoriques et pratiques, dans le laboratoire et sur le terrain, toutes ces questions sont élucidées: le vignoble français est reconstitué; la méthode scientifique s'est révélée toute puissante.

Par la situation qu'il occupe et par les devoirs qu'elle lui impose, Viala doit toujours travailler en vue de buts utilitaires et prochains. A peine une solution est-elle trouvée qu'un nouveau problème se trouve posé. Et il en est ainsi pendant toute sa carrière. «Je tiens à bien marquer, dit-il, l'unité de direction qu'ont eue tous mes travaux dans la poursuite d'un même but: celui du relèvement et du progrès

de la viticulture. Si j'ai étendu le but de mes recherches à des questions de science pure, en botanique, en cryptogamie et en biologie, j'ai toujours eu la préoccupation du côté agronomique...»

Mais il n'est point interdit de penser qu'il eut souhaité s'affranchir, à certains moments, de ce devoir professionnel tyrannique pour étendre bien au delà de ses proches limites le champ de ses investigations. Car Viala, et cette tendance se retrouve dans tous ses écrits, a le souci d'intégrer ses résultats dans de plus vastes ensembles. Sa collaboration occasionnelle avec Charrin n'a pas d'autre raison que son désir d'établir les rapports entre la pathologie végétale et la pathologie animale. Et Widal, qui fut l'un de ses parrains les plus actifs lors de sa candidature à l'Académie des Sciences, me disait l'originalité de ses vues sur la pathologie générale.

Viala aimait trop la science pour ne point se préoccuper du savant. Il ne cessa de revendiquer pour lui l'indépendance et la quiétude que donne la sécurité de l'existence. Mais il eût souscrit à l'évidente nécessité d'une discipline de la recherche en biologie. Son parfait bon sens eut protesté contre cette aberration de la recherche pour la recherche, de l'analyse en séries des éléments d'un postulat quelconque, aboutissant à une éruption de postulats dérivés partiels dont chacun sera repris isolément, le jeu continuant jusqu'à ce que, ayant perdu de vue depuis longtemps le point de départ, on aboutisse à l'incohérence ou au non-sens. C'est l'introduction dans l'investigation scientifique des procédés de la scolastique du moyen-âge et du jeu subtil et vain des syllogismes.

Jean Perrin a parlé récemment de son projet de la «recherche dirigée» et l'idée serait inquiétante si elle n'émanait d'un savant tel que lui. Il faut souhaiter cette direction si elle doit opérer le redressement d'errements devenus intolérables. Les sciences biologiques, la physiologie et la pathologie en particulier, sont encombrées d'une telle masse de notes et de notules que personne ne songe à les utiliser et que l'on renonce même à les répertorier. Le moment n'est pas éloigné où l'on devra reconstruire des édifices nouveaux, temples

de la vérité provisoire, avec les seules notions essentielles qu'une critique sévère aura sauvées du déluge scientifique.

On ne trouvera pas d'exemple, dans l'œuvre de Viala, de ces procédés de travail; il a toujours en vue un but précis et défini; si, parfois, il ne peut l'aborder directement, on suit sans peine la voie parcourue pour l'atteindre. C'est la méthode cartésienne; celle qu'ont suivie Lavoisier, Boussingault et Pasteur, méthode de clarté et de précision tout à la fois, respectueuse de l'exception, mais avide de généralisation et de synthèse.

Viala croyait à la puissance rédemptrice de la science sur le plan matériel et il voyait en elle l'un des éléments de la grandeur d'un pays. Envoyé au Parlement, il réclamait une dotation d'un milliard pour les laboratoires. Il apparaît ainsi comme un précurseur du ministre actuel de la recherche scientifique et il eut été enthousiasmé par l'entreprise d'organisation qui se poursuit en ce moment même.

Mais il pensait avant tout à la grande maison qui nous accueille en ce moment, où il enseigna pendant quarante années. Il revendiquait pour les études agronomiques la place éminente qui leur est due dans un grand pays essentiellement agricole; il voulait créer un centre universitaire groupant toutes les disciplines agronomiques, distribuant un enseignement supérieur, centralisant la recherche dans le laboratoire et dans la pratique, et la diffusant au dehors.

Quelques jours avant sa mort, au cours d'une séance de l'Académie des Sciences, Viala m'entretenait de ses projets et ses paroles évoquaient en moi le souvenir d'un homme qui l'avait distingué au début de sa carrière, Eugène Tisserand, le grand directeur et le grand agronome. Car je percevais, à quinze années de distance, l'écho fidèle des confidences que me faisait, avec la merveilleuse lucidité d'esprit qu'il conserva jusqu'à son dernier jour, le grand vieillard que nous n'avons pas cessé de regretter.

Ainsi se rencontraient, dans le domaine de la pensée, deux hommes appartenant à des générations différentes, mais rapprochés par un commun idéal, par les mêmes craintes, par les mêmes espérances

et aussi par une même affection. Vous me permettrez d'associer dans un hommage de respect et de gratitude, Eugène Tisserand, le fondateur de l'Institut agronomique, et Pierre Viala, le maître qui l'illustra par son enseignement et par sa science.

DISCOURS

DE

M. ÉMILE SCHRIBAUX

Membre de la Section d'Économie rurale.

MONSIEUR LE MINISTRE,

MESDAMES,

MESSIEURS,

Pour mesurer toute l'importance économique et sociale de l'œuvre de Pierre Viala, et pour lui rendre un juste hommage, il faut se représenter le désarroi de la viticulture au début de sa carrière; il faut se rappeler la détresse des populations éprouvées par l'invasion du phylloxéra. Les crises les plus graves font presque toujours surgir des hommes d'élite capables de les dénouer à la satisfaction générale. Pierre Viala en est un bel exemple. Son nom s'inscrira au premier rang de ceux qui ont contribué le plus efficacement à reconstituer le vignoble français ruiné par le phylloxera et ravagé ensuite par les maladies cryptogamiques; son nom s'inscrira au premier rang des bienfaiteurs de la viticulture mondiale.

Fils d'un viticulteur de l'Hérault, Pierre Viala, dans son enfance,

avait connu la vigne, d'abord luxuriante et productive, puis dépérissant rapidement, enfin, mortellement atteinte.

Témoin de la détresse générale causée autour de lui par le terrible insecte, il en avait conservé un douloureux souvenir; aussi est-ce avec son cœur autant qu'avec son intelligence que, dans la suite, il étudiera la marche du fléau et les moyens de le conjurer.

De bonne heure, Pierre Viala avait conçu le projet d'acquérir les connaissances les plus solides afin de contribuer plus tard à rendre son ancienne prospérité au vignoble méridional auquel il était attaché par tant de liens. Dès lors, toutes ses facultés se concentrent et se tendent vers cet objectif qu'il ne perdra pas de vue un seul instant au cours de sa longue carrière. C'est pour réaliser ce projet, que, ses études secondaires terminées, il entra à l'École d'agriculture de Montpellier. La directeur, M. Foëx, le distingue bientôt, l'associe à ses travaux dès sa sortie, puis l'attache au personnel enseignant. Préparateur et plus tard professeur de viticulture à Montpellier, Viala fréquente assidûment la Faculté, en particulier les cours et le laboratoire de l'excellent botaniste Flahault dont il devient bientôt l'ami; ceux de Planchon qui avait ouvert la voie à la reconstitution en signalant l'immunité phylloxérique des vignes d'origine américaine. A la Faculté des Sciences aussi bien qu'à l'École d'agriculture, Pierre Viala a rencontré, comme à souhait, toutes les sympathies, tous les appuis qui pouvaient contribuer à encourager son amour du travail, à élargir ses connaissances scientifiques et techniques, à préparer et à éclairer son avenir.

Montpellier lui réserva un autre bienfait, le plus précieux: la compagne bonne et dévouée qui sut lui créer un foyer tendrement uni; la mère qui sut former l'esprit et le cœur des deux fils dont il était si légitimement fier.

Pierre Viala n'a jamais laissé échapper l'occasion de rappeler tout ce qu'il devait à ses maîtres de Montpellier, à ses jeunes collaborateurs devenus des maîtres à leur tour, aux viticulteurs éminents de la région méridionale, en particulier à M. Prosper Gervais. Ce qu'il

avait reçu d'eux, il s'est appliqué à le rendre à ses élèves, et il l'a toujours fait avec usure. Ce méridional froid et réservé cachait une nature sensible et toujours prête à se dévouer. Aussi, comptait-il de nombreux et fidèles amis. Ceux qui lui survivent, ne se consolent pas de sa disparition. Me sera-t-il permis de dire ici que je conserve à Pierre Viala un souvenir ému de son affectueuse sympathie, en même temps qu'une profonde reconnaissance pour mon élection à l'Institut.

Le grand mérite de Viala, que l'on ne saurait assez mettre en lumière, aura été de comprendre de bonne heure, et de défendre passionnément cette idée que la science appliquée, la science agricole en particulier, ne peut être vraiment féconde et produire son plein effet, que si elle repose sur les conceptions les plus hautes de la science pure. Aussi, à Montpellier, et plus tard à Paris, il ne négligera rien pour entretenir une fructueuse intimité scientifique et amicale avec les représentants les plus qualifiés des sciences physiques et naturelles. Cette collaboration ne pouvait manquer d'avoir les plus heureux résultats. Elle fut en effet l'origine de recherches particulièrement originales. Familiarisé, dès son enfance, avec la pratique viticole, propriétaire-viticulteur exploitant lui-même ses vignes à ses risques et périls, Pierre Viala était donc à la fois un savant et un excellent technicien. Il fut et il restera le modèle des professeurs de sciences appliquées dans nos écoles supérieures d'agriculture. Vous venez d'applaudir au portrait que M. Marsais vient de nous en donner. Pierre Viala était tellement pénétré de la nécessité de fonder la technique agricole sur la science pure, qu'au cours de son mandat de député, il présenta et défendit à la Chambre un projet tendant au rattachement du haut enseignement agricole à l'Enseignement supérieur de l'Université. Il tint à peu de chose que ce projet fût adopté. Plus tard, à l'Académie des Sciences, avec sa douce ténacité, il était arrivé à convaincre ses confrères, de revenir aux anciennes traditions, en faisant une place beaucoup plus large, dans la Section d'Écono-

mie rurale, aux représentants de la production végétale et de la production animale, à ceux qui, à son exemple, avaient demandé à la science désintéressée les moyens de faire progresser notre grande industrie du sol.

*
* *

L'Académie d'agriculture, dont Pierre Viala fut le Président et très longtemps le doyen, avait pressenti son avenir. En 1885, elle lui décernait l'un de ses prix les plus importants pour son livre les *Maladies de la vigne* qui était déjà celui d'un savant et d'un technicien expérimenté. C'est à cette distinction surtout que Pierre Viala doit d'avoir été choisi par Tisserand pour remplir l'importante mission officielle aux Etats-Unis qui devait consacrer définitivement sa réputation. Elle avait pour objet de découvrir des vignes sauvages, non seulement résistantes au phylloxera, c'était la première condition, mais en même temps résistantes au calcaire. Pierre Viala ne démentit pas la confiance qu'on avait placée en lui. Le biologiste averti qu'il était, alla droit au but, eut bien vite fait de résoudre le problème qui lui était posé. Le *Berlandieri* que Viala a rapporté du Texas, fut le point de départ des hybridations heureuses qui dotèrent le monde viticole d'une merveilleuse collection de porte-greffes bien supérieurs aux espèces pures de l'origine.

A cette époque, l'emploi des porte-greffes américains se faisait un peu partout sans idée directrice, au hasard des circonstances; les insuccès étaient nombreux. Pour sortir de la confusion, il fallait introduire l'esprit scientifique, notamment dans les expériences d'adaptation aux divers terrains. Viala intervint efficacement dans cette tâche délicate. Dès lors, la reconstitution progresse à grands pas. En France, de 75.000 Ha enregistrés en 1885, elle passe à un million en 1900; elle est complète quelques années après. On en comptait environ 3 millions dans les pays étrangers producteurs de vin, lesquels avaient sollicité, les uns après les autres, le concours de Viala ou ap-

pliqué les méthodes adoptées en France. Quel magnifique résultat! Pierre Viala avait le droit d'en être fier, car il pouvait en revendiquer une large part.

*
* *

La bataille n'était pourtant pas complètement gagnée. Ce n'est pas impunément qu'on déplace un être vivant du milieu dans lequel il est habitué à vivre de longue date. Personne n'ignore que l'apparition de nombreuses maladies cryptogamiques, inconnues jusque-là, chez nous fut la rançon de l'introduction des vignes américaines. Singulièrement dangereuses, ces maladies font encore aujourd'hui le désespoir des viticulteurs, en raison des traitements multipliés et très onéreux qu'elles imposent, traitements qu'il faut malheureusement renouveler à chaque campagne.

Aussi, nommé professeur à l'Institut agronomique en 1890, Pierre Viala consacre désormais la plus grande partie de son activité à l'étude scientifique des maladies de la vigne et à leur traitement rationnel. C'est la seconde étape de sa carrière, et non la moins féconde en résultats pratiques, celle qui mit en pleine valeur les qualités de l'animateur et du vulgarisateur. C'est la période pendant laquelle il publie avec Vermorel la magnifique *Ampélographie* en 7 volumes in-folio, la période pendant laquelle il fonde la *Revue de viticulture* qui s'est acquis une place d'honneur dans la presse technique.

A la Société nationale d'encouragement à l'agriculture, il provoqua la création, d'abord du *Comité de viticulture*, puis de la *Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures*. L'avenir du dernier organisme, dont il a assumé la présidence jusqu'à sa mort, lui tenait particulièrement au cœur. En attendant le jour, très lointain, semble-t-il, où les sélectionneurs doteront l'agriculture de variétés réfractaires aux maladies, il faut nous résigner à combattre l'ennemi à l'aide d'agents chimiques. La liste en est devenue tellement longue que les usagers ne s'y reconnaissent plus, et redoutent toujours d'être trom-

pés par des fournisseurs ignorants ou malhonnêtes. C'est pour les renseigner, et pour rendre le commerce de ces produits plus moral et plus rationnel, que Viala a créé la *Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures*, où, périodiquement, fabricants, agriculteurs, savants spécialisés chimistes et biologistes viennent confronter leurs vues et leurs desiderata, exposer les résultats des observations et des expériences exécutées au laboratoire et en pleine culture. La Ligue a déjà rendu de très grands services. L'élan est donné, les successeurs de Viala n'ont qu'à suivre la voie qu'il a ouverte.

Il faut renoncer à faire revivre complètement la physionomie et l'œuvre de Pierre Viala, tant sont nombreuses et variées les questions sur lesquelles il a projeté la lumière. L'évocation, même incomplète des services qu'il a rendus, permet cependant d'apprécier, sous ses aspects multiples, l'activité inlassable qu'il a déployée.

Viala a grandi la viticulture aux yeux de l'opinion. Il reste un grand exemple et une belle leçon de travail, de haute conscience, de savoir et de vouloir. Aux pouvoirs publics de susciter de nombreux imitateurs de Viala dans les diverses branches de la production agricole!

On classera Pierre Viala dans la lignée des savants chez lesquels la pensée et l'action n'ont jamais été séparées de l'idée supérieure du bien à réaliser, savants qui sont l'honneur de leur pays en même temps que de grands bienfaiteurs.

Voilà la raison profonde de l'hommage que, de tout cœur, nous rendons aujourd'hui à sa mémoire.

FUNÉRAILLES

DE

PAUL JANET

Membre libre de l'Académie des Sciences,

à FORGES-LES-BAINS, Seine-et-Oise,

le mercredi 24 février 1937

DISCOURS PRONONCÉS A LA LEVÉE DU CORPS, A MALAKOFF

DISCOURS

DE

M. MAURICE DE BROGLIE

de l'Académie Française

Membre libre de l'Académie des Sciences

Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, saluer une dernière fois notre éminent confrère M. Paul Janet. La science française a perdu avec lui un de ses représentants les plus actifs et les plus dévoués, un de ceux dont l'œuvre se mesure au vide qu'ils laissent

derrière eux, un de ceux dont le caractère et la bienveillance se reconnaissent à l'émotion douloureuse de leurs élèves, de leurs confrères et de leurs amis.

Né en 1863, élève à l'Ecole Normale de 1883 à 1886, Paul Janet fut aussitôt après appelé à professer la Physique Générale à la Faculté des Sciences de Grenoble. C'est là que, dès son début, il orienta sa vie dans la direction qu'il devait toujours suivre. Grâce à son active impulsion, un cours des applications de l'électricité fut créé à Grenoble en 1892 et devait laisser dans cette ville de permanentes racines. Le succès de ce nouvel enseignement se montra si considérable, et son objet si adapté aux besoins du moment, que M. Janet fut appelé, deux ans après, à Paris par Mascart pour organiser et pour diriger le Laboratoire Central et l'Ecole supérieure d'Electricité.

Le premier de ces établissements lui permit de donner sa mesure comme physicien en menant à bien de nombreuses et importantes recherches qu'il estimait fondamentales pour asseoir avec rigueur les bases de la nouvelle science électrique; le second consacra sa réputation de professeur et d'organisateur. Sous la direction de Janet, grâce aux efforts de ses collaborateurs, de ses élèves, de tous ceux à qui il avait communiqué son ardeur et sa claire intelligence du but à atteindre, le laboratoire central et l'Ecole d'Electricité sont devenus deux institutions qui font grand honneur à la France dans le monde entier. Mascart ne pouvait vraiment mieux choisir pour le bien de la grande œuvre dont il avait souhaité l'accomplissement.

Professeur à la Sorbonne, plusieurs fois lauréat de l'Académie des Sciences pour des prix importants, Paul Janet fut appelé, en 1919, à siéger dans cette Compagnie en remplacement de Landouzy. Il était titulaire de la grande médaille d'or à l'effigie d'Ampère ainsi que de la médaille Mascart et commandeur de la Légion d'Honneur, il avait été secrétaire général du Congrés d'Electricité en 1900. Quand les organisateurs du Congrés général d'Electricité qui se tint à Paris en 1932 et réunit les principaux électriciens du monde, eurent à dési-

gner un Président, c'est sans hésiter sur son nom que leur choix se porta.

Sa carrière, sa vie de savant original et profond, de professeur incomparable, d'organisateur et d'animateur capable de créer de toutes pièces l'enseignement technique de l'électricité et de le porter, par son effort ininterrompu au point où vous le voyez aujourd'hui, tout celà fut consacré par des honneurs qu'il méritait hautement et qu'il ne recherchait pas. Mais ce qui fait peut-être le principal mérite de Paul Janet c'est d'avoir allié à la culture générale la plus étendue et la plus profonde toutes les qualités de méthode, de discernement, de connaissance de la nature des choses et de l'esprit des hommes qui sont nécessaires pour passer de la science pure et abstraite aux applications si prodigieusement étendues qui constituent aujourd'hui le domaine de l'électricité industrielle.

Dès ses premiers ouvrages d'enseignement il a su dégager de la physique théorique ce qu'il fallait conserver pour rester rigoureux, précis et complet tout en s'adressant à des élèves dont il s'agissait surtout de faire des réalisateurs. Pour celà il a fallu dominer de très haut les connaissances à enseigner avec des conceptions à la fois larges et sûres et cette clarté merveilleuse qui restera la marque des ouvrages de Paul Janet, de ces livres qui ont réalisé le tour de force d'avoir été les premiers dans leur genre et d'être restés les plus parfaits et les plus classiques, alors que les applications de l'électricité passaient du début le plus modeste au rôle presque universel qu'elles remplissent aujourd'hui.

C'est donc une grande figure de savant et de français que nous voyons disparaître après avoir réalisé une œuvre qui ne périra pas. L'Académie des Sciences m'a prié d'être son interprète pour apporter respectueusement à Madame Paul Janet, à ses enfants, à sa famille, que tant de liens attachent à l'Institut de France, l'expression de notre profonde douleur avec l'assurance du souvenir ému que nous conserverons toujours de notre très cher et très regretté confrère.

DISCOURS

DE

M. CHARLES MAURAIN

Membre de l'Académie des Sciences,
Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.

Très ému lorsque je reçus la triste nouvelle de la mort de Paul Janet, je rappelais mes souvenirs sur la vie si simple, mais si belle, si remplie et si fructueuse du Maître disparu. Ma pensée se reportait à un chaleureux éloge de lui que j'entendis il y a bien longtemps, plus de 40 ans, et qui m'avait beaucoup frappé parce qu'il émanait de quelqu'un qui ne prodiguait pas de louanges; c'était Mascart, dont j'étais alors le préparateur au Collège de France; il venait de provoquer la désignation de Janet comme Directeur du Laboratoire Central et de l'Ecole Supérieure d'Electricité, et disait à une personnalité de l'industrie électrique les raisons de son choix, faisant ressortir les qualités d'enthousiasme, de force et de clarté du jeune professeur, l'autorité qu'il avait rapidement acquise, l'énergie dont il avait fait preuve pour obtenir à Grenoble la création d'un cours et d'un laboratoire d'électricité industrielle, et l'éclatant succès qui avait récompensé ses efforts. Mascart était bon juge, et la confiance qu'il avait mise était bien placée, comme le montre l'admirable carrière de celui qui fut un grand professeur et un grand organisateur et a joué un rôle de premier plan dans le développement prodigieux de l'électrotechnique.

C'est en 1895 que Janet fut nommé Directeur du Laboratoire Central; l'année précédente, il avait été appelé, à 31 ans, comme chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris, où il devint professeur titulaire en 1901. Il a appartenu pendant 40 ans à la Faculté, et a donné deux enseignements bien différents, dans chacun desquels il a excellé.

L'un fut celui du P. C. N., qui est si difficile. L'auditoire est nombreux; les jeunes gens qui le composent abordent l'enseignement supérieur; il s'agit de les intéresser par un enseignement élevé et cependant élémentaire, car il s'adresse à des étudiants de formations diverses; la tâche est particulièrement malaisée en physique, où le professeur doit suppléer à l'appareil mathématiqne par des explications intuitives. Janet a montré là une maîtrise parfaite; les étudiants l'écoutaient dans le plus grand silence, suivant avec un intérêt passionné sa parole élégante et claire, qui atteignait sans effort à la véritable éloquence scientifique; ils l'admiraient, et ils l'aimaient parce qu'ils sentaient bien qu'il se donnait à eux tout entier.

L'autre enseignement de Janet fut celui de l'électrotechnique, d'un genre très différent, mais non moins difficile. Avec quel succès Janet le donna, comment il savait simplifier les sujets les plus ardus et les plus complexes et faire ressortir les idées directrices, ce n'est pas devant vous, Messieurs, qu'il est besoin de le rappeler. Les divers aspects de son admirable talent éclatent dans le petit livre qu'il écrivit à ses débuts et qui eut un retentissement et un rôle immenses, et dans le grand Traité qui est comme la charte de l'électrotechnique, et que ses éditions multiples ont répandu dans le monde entier.

Je me borne à louer en Janet le professeur, mais je ne sortirai pas de ce rôle en disant les qualités de son cœur, car, s'il a été un grand professeur, c'est parce qu'aux qualités de l'esprit il joignait celles du cœur. Tous ceux qui l'ont approché les connaissaient bien. D'ailleurs elles percent dans ses écrits, dans les discours qu'il a prononcés à diverses occasions, dans les biographies qu'il a tracées. Avec quelle sensibilité il s'exprime soit sur Ampère, dont il fait revivre l'attachante figure, en célébrant ses vertus en même temps que son génie, soit sur un aîné respecté comme Mascart, soit sur des amis très chers comme Lucien Poincaré et Painlevé, ses camarades à l'École normale, où il se lia avec eux d'une amitié qui fut une des joies de sa vie et que la mort seule put rompre.

Ces hautes qualités de Janet, son altruisme, sa bonté, contribuaient avec l'excellence de son enseignement à lui assurer l'attention déférente et l'affection respectueuse de ses élèves, et, pour toujours, leur reconnaissance. Elles lui avaient acquis aussi la haute estime et l'amitié de ses collègues, et une grande autorité parmi eux; ses avis étaient désirés et sollicités; beaucoup d'entre nous ont bénéficié de conseils que son expérience et son caractère rendaient très précieux. Nous garderons à sa mémoire un fidèle et reconnaissant souvenir.

Au nom de la Faculté des Sciences, je prie Madame Janet et ses enfants d'agréer l'expression de notre profonde sympathie en leur deuil cruel.

Studio Gillot

JEAN REY
1861-1935

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

JEAN REY

(1861 — 1935)

PRÉSENTÉE EN LA SÉANCE DU 3 MAI 1937

PAR

M. ROBERT ESNAULT-PELTERIE

Membre de l'Académie des Sciences.

Jean Rey appartenait à une de ces vieilles familles françaises qui ont leur origine aux confins de la France et de la Suisse; son cerveau possédait les qualités de robustesse et de bon sens de la race savoyarde, le calme pragmatisme de la race genevoise.

Ayant passé quelques années de son enfance à Genève, le hasard des circonstances lui fit faire ses études secondaires à Milan, où les travaux mathématiques de son père sur les tables de mortalité ne furent probablement pas sans influence sur sa vocation scientifique.

Puis ce fut le retour à Paris, et la poursuite de ses études au Lycée Louis-le-Grand.

A 19 ans, Jean Rey était admis à l'Ecole centrale, mais l'état de sa santé devait l'empêcher d'y entrer. Un long repos ayant été jugé nécessaire, il ne le comprit que dans un changement de forme de son activité et s'embarqua sur un petit trois-mâts qui devait, en deux ans, accomplir le tour du monde.

Ses connaissances scientifiques firent bientôt de lui un aide précieux pour le commandant; il prenait le quart et faisait le point. Le Second étant tombé malade, Jean Rey fut appelé à le remplacer définitivement et, tout jeune, il exerça ainsi d'emblée, pendant le reste de la campagne, un commandement effectif à bord.

Cette première marque du destin, survenue dans des circonstances si exceptionnelles, présageait-elle donc, quarante ans d'avance, la place que devait lui réserver l'Académie de Marine?

A son retour, Jean Rey, de nouveau admissible à l'Ecole centrale, opte cependant pour l'École des Mines où il entre, et dont il sort, premier de sa promotion, en 1887. Il demeure lié à cette école en qualité de préparateur de Fuchs (Géologie), puis il est attaché, comme ingénieur d'études, à la Direction de la Maison Sautter-Harlé. Sa voie est désormais tracée: elle suivra les différentes branches techniques de cette Maison.

Pour se faire une idée de l'activité intellectuelle de Jean Rey, il faut parcourir la liste des fonctions que son caractère lui interdisait de considérer comme purement honorifiques, mais l'obligeait au contraire à remplir avec conscience.

Il fut:

Membre du Comité, puis Vice-Président de la Société Internationale des Electriciens — Membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils de France (Section de Mécanique) — Membre de la Société de Géographie de Genève — Membre correspondant de la Société des Arts de Genève (Classe Industrie et Commerce) — Président de la Section d'Électricité à la Société des Ingénieurs civils de France — Membre du Bureau de ladite Société — Président de la

Section d'Électricité au Congrès National du Génie civil, en mars 1918 — Président de la Société française des Électriciens — Président de la Commission administrative de l'École supérieure d'Électricité et du Laboratoire central d'Électricité, ainsi que du Conseil de Perfectionnement de l'École supérieure d'Électricité — Membre de l'Association technique Maritime, puis Vice-Président de l'Association technique Maritime et Aéronautique; — il devint enfin Membre de l'Académie de Marine.

Il fut également Vice-Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale — Membre du Comité Electrotechnique français — Membre du Comité permanent d'Électricité au Ministère des Travaux publics — Conseiller technique au Sous-Secrétariat des Inventions — Membre du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité — Président du Syndicat professionnel des Industries électriques — Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité — Membre du Comité de la Confédération générale de la Production française comme Délégué du Syndicat professionnel des Industries électriques — Membre du Conseil National Économique . . . etc..

En 1928, le Ministre de la Marine l'a promu au grade de commandeur de la Légion d'Honneur pour services rendus à la Marine Nationale; enfin, l'élection de Jean Rey à l'Académie des Sciences, en remplacement de son illustre ami Auguste Rateau fut, en 1930, le couronnement de cette carrière bien remplie.

Il serait impossible d'analyser les travaux de Jean Rey, sans les classer; ils appartiennent à trois catégories différentes: Électro-mécanique — Optique — Thermodynamique, et se rattachent tous à l'activité de la maison Sautter-Harlé, dont Jean Rey est devenu progressivement l'âme technique.

I. — Électro-mécanique.

Le but final qui pousse Jean Rey dans cette voie est la création de groupes moteurs pour sous-marins: dès 1901, il songe à réaliser un moteur à explosion à pétrole ou à huile qui pourrait actionner les génératrices électriques de ces bateaux.

Un premier moteur de 25 CV est construit, suivi, en 1904, d'un second modèle développant 80 à 100 CV à la vitesse de 380 T. M.

De ces deux prototypes sort bientôt un nouveau moteur à cylindres verticaux, construit pour le sous-marin Opale, qui exécute brillamment ses essais au mois d'Avril 1907.

Ces moteurs à quatre cylindres pouvaient fournir une puissance normale de 350 chevaux à la vitesse de 300 tours par minute, avec une consommation d'huile lourde inférieure à 200 gr. par cheval. Leur poids, en ordre de marche, n'était que de 56 kg. par cheval, pour la puissance maximum de 395 chevaux à 340 tours. La Marine française se trouvait donc dotée, en 1907, d'un sous-marin d'une puissance de 700 chevaux environ, sans chaudière ni machine à vapeur, et qui montra les plus brillantes qualités de souplesse et d'endurance.

Aucune puissance maritime ne possédait un pareil engin et la France avait, sur ses rivaux, une avance de trois à quatre années.

Dès lors, le système n'a fait que se développer et, en 1911, Jean Rey a pu livrer, pour le sous-marin Mariotte, deux machines à six cylindres, fournissant chacune 700 chevaux à la vitesse de 400 tours, pour un poids de 41 kg. par cheval.

Ces réalisations de propulsion électrique des navires furent continuées sur deux bâtiments de surface: le « Guaruja » et l'« Ipanéma », appartenant à la Société des Transports Maritimes à vapeur. Ces deux paquebots ont été construits peu après la guerre et ils sont en service depuis 1922 sur la ligne de l'Amérique du Sud.

Le problème à résoudre, dans ce dernier cas, consistait à donner aux bâtiments deux vitesses différentes: pour le transport d'émigrants, dans le sens Europe-Amérique, un régime paquebot à 13 nœuds et pour le transport de marchandises, dans le sens Amérique-Europe, un régime cargo à 10 nœuds environ.

L'arbre de l'hélice était actionné par deux moteurs électriques, l'un de 1200 chevaux, à 48 pôles, tournant à 123 tours par minute, l'autre de 2400 chevaux, à 36 pôles, tournant à 163 tours par minute. Ils

étaient alimentés par deux groupes électrogènes à turbines système «Ljungström», de 1000 kilowatts chacun, tournant à 3000 tours.

Au régime cargo, un seul groupe alimentait le moteur de 1200 chevaux; au régime paquebot, les deux groupes couplés en quantité, fournissaient le courant au moteur de 2400 chevaux. Cette combinaison, assez complexe, a été facilement résolue par l'emploi de l'électricité; elle eût été irréalisable par des moyens purement mécaniques.

La propulsion électrique donnait un avantage considérable en permettant de développer, en marche arrière, la même puissance qu'en marche avant. La manœuvre était facile et rapide; le passage de la marche avant à la marche arrière, s'effectuant en sept secondes seulement.

La consommation de mazout, fort économique pour ce genre de bâtiment, était seulement de 425 g. par cheval sur l'arbre de l'hélice, correspondant à 50 kg. de mazout par mille parcouru, résultat remarquable pour un cargo de 5000 t. de port en lourd.

Pour obtenir de semblables résultats, il ne suffisait pas d'étudier à fond l'élément moteur du groupe électromécanique; les dispositions des machines électriques elles-mêmes furent soumises à une soigneuse analyse mathématique; Jean Rey a donc dû exercer sa sagacité dans cette voie également.

La mesure du rendement des moteurs à courant continu, surtout au delà d'une certaine puissance était, en 1894, une opération délicate et qui présentait des difficultés théoriques et pratiques considérables. Jean Rey eut l'occasion d'étudier cette question au sujet d'un moteur électrique de 720 chevaux (puissance exceptionnelle à l'époque) qui était destiné à la propulsion d'un de nos premiers sous-marins, le Gustave-Zédé, construit à Toulon. Ce moteur était constitué par deux induits en tandem, il était donc possible d'appliquer, pour la première fois, à grande échelle, la méthode d'opposition, le moteur pouvait être scindé en deux parties, chacune de puissance moitié.

Jean Rey donna, dans le Bulletin de la Société Internationale des

Electriciens, en Juin 1894, diverses formules permettant d'obtenir, avec un écart moyen de 0,5 pour 100, la valeur du rendement mécanique de ces machines.

TURBO-MACHINES.

Turbines à vapeur.

Dès son entrée dans l'industrie, au mois de décembre 1888, Jean Rey prenait contact avec les premières turbines à vapeur Parsons, dont la construction commençait aux ateliers Sautter-Lemonnier.

Ces turbines avaient une puissance qui ne dépassait pas 50 à 60 chevaux. Elles étaient constituées par un tambour garni de couronnes d'ailettes au nombre d'une centaine, où la vapeur se détendait successivement, par réaction.

Ces machines, tournant à une vitesse de 9000 à 10000 tours par minute, entraînaient directement une dynamo constituée par un induit en tambour tournant entre deux pièces polaires. L'ensemble était remarquablement léger et peu encombrant, mais d'un rendement médiocre et inférieur à celui des machines à piston que l'on construisait à l'époque.

Les difficultés du fonctionnement de la dynamo résidaient dans le fait que la partie tournante était soumise à une fréquence de 150 périodes par seconde, et même davantage. Les pertes par hystérésis et par courants de Foucault étaient considérables et l'échauffement incompatible avec un fonctionnement normal.

Vers 1893, désireux d'établir une construction qui soit française depuis ses bases techniques mêmes, Jean Rey s'associait avec son illustre ami, Auguste Rateau, instituant une collaboration de perfectionnement des turbo-machines, qui n'a cessé que 13 années plus tard. Les premières de ces machines étaient constituées par une seule roue d'action utilisant la vapeur entièrement détendue dans une tuyère convergente-divergente; cette roue était munie d'aubages symétriques dans le genre des augets Pelton. Dans les groupes électro-

gènes ainsi entraînés, un engrenage réduisait la vitesse de façon que la dynamo puisse fonctionner dans des conditions normales pour l'époque. Les premières de ces turbines développaient une puissance d'une cinquantaine de chevaux, à 15.000 ou 20.000 tours par minute.

Auguste Rateau brevetait alors sa célèbre turbine multicellulaire d'action dont une unité puissante fut étudiée sans délai aux usines Sautter-Harlé. Le premier exemplaire en était mis au point au cours de l'année 1900; il actionnait un alternateur à fer tournant, d'une puissance de 1000 chevaux. Un modèle de même puissance fut monté sur un torpilleur d'essai, pour la Marine française, et constitua le premier exemplaire de turbine d'action appliquée à la propulsion des navires.

En mars 1904, dans une communication à la Société des Ingénieurs civils de France, Jean Rey décrivait les différents appareils réalisés et proposait une classification, non seulement des divers systèmes de turbines à vapeur déjà imaginés, mais encore de ceux qu'on pouvait envisager. Cette classification était basée sur trois ordres de considérations: le nombre des roues mobiles, le mode de parcours du fluide moteur, le mode de fonctionnement de la vapeur.

Dans la même note, Jean Rey donnait une définition du rendement des turbines à vapeur; il montrait comment calculer ce rendement et quelles étaient les expériences à faire pour sa détermination pratique. Jean Rey développait enfin une considération très importante: celle de la variation du rendement avec la charge de la machine.

Cette communication valut à son auteur l'attribution du prix annuel de la Société des Ingénieurs civils de France (grande médaille d'or pour 1904).

En 1910, Jean Rey eut l'occasion de présenter à nouveau quelques remarques sur les turbo-machines à la Société des Ingénieurs civils de France (Bulletin d'Avril 1910). Il désirait faire connaître alors les nouvelles mesures de rendement obtenues sur des turbines de divers modèles. L'emploi d'un frein hydraulique constitué par des roues mobiles tournant dans l'eau et montées sur couteaux permettait de

donner une grande exactitude aux déterminations du rendement mécanique.

Dans une Notice, Jean Rey faisait connaître également les derniers procédés employés pour le réglage des turbines mixtes alimentées par deux ou trois sources différentes de vapeur, comme c'est le cas de certaines machines installées dans les charbonnages et qui utilisent, au moyen de l'accumulateur Rateau, les vapeurs perdues des machines d'extraction, en même temps que la vapeur vive provenant d'une chaudière

La construction des turbines entraînait naturellement l'étude des appareils divers qu'elles devaient commander; l'avantage qu'apporte toujours avec elle la simplicité conduisait à l'étude de toute une série de machines nouvelles à grande vitesse de rotation: génératrices électriques, pompes et ventilateurs centrifuges mono ou pluricellulaires.

Dans une communication à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (Bulletin de Juin 1904), Jean Rey a indiqué les principales caractéristiques de pompes multicellulaires ainsi que les résultats qu'elles permettent d'obtenir. Il a également indiqué les méthodes employées pour mesurer le rendement et tracer les caractéristiques de chaque pompe, c'est-à-dire son rendement propre et son pouvoir manométrique.

Depuis cette époque, ces appareils ont pour ainsi dire complètement supplanté les pompes à piston dans les mines. Dans les cas où l'on dispose de vapeur, on a toujours avantage à combiner une turbine à vapeur avec une pompe centrifuge multicellulaire, si l'on veut obtenir, avec un excellent rendement, un groupe de poids et d'encombrement limités.

Dans un exposé fait en 1910 devant la Société des Ingénieurs civils de France, Jean Rey décrit quelques modèles plus récents de pompes et de ventilateurs multicellulaires. Pour ces derniers appareils, tournant à des vitesses de 3000, 4000 et 5000 tours par minute et qui sont commandés directement par une turbine à vapeur, il s'est présenté,

dès l'origine, une difficulté toute particulière dans ce qu'on appelle «le pompage».

Selon la manière dont les aubages sont tracés, on constate qu'au-dessous d'un certain débit, voisin de 50 pour 100 du débit normal, l'appareil, au lieu de débiter à gueule bée, imprime au flux gazeux un mouvement de va-et-vient avec des oscillations de forte amplitude, la colonne gazeuse tout entière revenant en arrière. Pour éviter cet inconvénient, la courbe représentant le travail en fonction du débit, ne doit pas monter indéfiniment, mais au contraire, passer par un maximum pour redescendre ensuite; c'est seulement ainsi qu'on peut obtenir la stabilité du fonctionnement.

En 1906 fut installé aux mines de Béthune le premier compresseur multicellulaire Rateau grand modèle, commandé électriquement et d'une puissance de 1300 chevaux; il était constitué par plusieurs corps placés sur deux arbres parallèles, commandés chacun par un moteur triphasé à 3000 tours par minute sous 5000 volts. Ce groupe, construit aux ateliers Sautter-Harlé, sous la direction de Jean Rey, fut le premier exemple, en Europe, de moteurs électriques aussi puissants, tournant à une vitesse aussi élevée. Des dispositifs spéciaux permettaient, au moment de la mise en marche, de mettre en court-circuit les induits du moteur, sans bagues ni balais.

Quand les turbines à vapeur sont couplées avec des génératrices électriques, comme dans le cas où des moteurs électriques doivent actionner des pompes ou ventilateurs centrifuges, la grande vitesse de rotation implique la solution de problèmes spéciaux.

La technique de ces machines s'est heurtée, dès l'origine, à de grandes difficultés. On s'aperçut notamment, dès les premiers modèles, que des vibrations anormales constatées dans les parties tournantes provenaient, d'une part, de la force centrifuge considérable de l'induit et, d'autre part, des inégalités d'entrefer.

Dès 1901, avec les premières électro-pompes Rateau à grande élévation, Jean Rey constate ces difficultés et il s'aperçoit bien vite qu'il faut, pour les éviter, supprimer toute dissymétrie de position du ro-

tor dans le champ inducteur. Il examine alors, par le calcul, quelle peut être l'influence des erreurs inévitables de construction, de façon à établir une limite de tolérance maximum dans les dimensions de l'entrefer.

Sa théorie et les formules pratiques qui s'en déduisent ont été publiées dans l'*Éclairage électrique*, numéros du 20 Février et du 12 Novembre 1904. La courbe qui représente l'augmentation d'attraction, lorsqu'il y a dissymétrie, est obtenue en fonction de l'excentricité du rotor; cet effort croît très rapidement avec ladite excentricité, puisqu'il passe, pour un moteur choisi comme exemple, de 304 kg à 4680 kg. lorsque l'excentricité passe elle-même de 5 0/0 à 50 0/0 de l'entrefer.

Ces formules ont été consacrées par la pratique et reproduites dans les Formulaires de Construction électrique.

II. — *Optique*.

Les problèmes d'optique qu'eut à étudier Jean Rey étaient relatifs aux phares, projecteurs et fanaux de marine.

Il fut l'un des premiers, en 1888, à tenter l'utilisation de la lumière électrique dans ce genre d'appareils. Sa communication de Février 1889, à la Société internationale des Electriciens indiquait les résultats des expériences faites dans son Laboratoire, à ce sujet.

D'une manière générale, la substitution de l'électricité au pétrole, permettait d'augmenter de 70 pour cent la portée d'un même appareil optique. Naturellement la puissance utilisée commença par être assez modeste: à l'origine, on se contentait d'arcs de 15 à 20 ampères. On en vint rapidement à 50, 75 et 100 ampères; à l'heure actuelle on atteint 250, 300 ampères, et plus. Le développement de cette branche de l'optique industrielle nécessitait le perfectionnement des méthodes de mesure de la puissance lumineuse.

En 1894, M. Blondel imagina son lumenmètre et Jean Rey en fit établir le premier modèle, qui comportait un miroir elliptique en ver-

re argenté permettant de recueillir les rayons de la source dans toute l'étendue d'une zone sphérique.

La Communication de Jean Rey, en Mai 1895, à la Société internationale des Electriciens, donne la théorie de cet appareil, et fait connaître les résultats d'essais effectués sur des arcs électriques de diverses puissances. Pour la première fois on pouvait déterminer par une seule mesure le flux total émis par un arc électrique.

Dans une note commune à l'Académie des Sciences, Jean Rey et M. Blondel faisaient connaître leur nouvelle méthode d'analyse de la brillance; elle consistait à placer sur le trajet du faisceau, au sortir de l'appareil, un écran percé de trous circulaires d'un diamètre déterminé. Chacun de ces orifices était muni d'un bouchon amovible.

Ce procédé permettait une vérification complète de la théorie des projecteurs, en donnant le moyen d'étudier chaque faisceau élémentaire dont l'ensemble constitue le faisceau total. On pouvait également photographier l'image de la source lumineuse produite par chaque élément du réflecteur; il ne restait plus alors qu'à faire l'intégrale des mesures pour obtenir la puissance lumineuse totale de l'appareil.

Cette méthode a permis, non seulement d'étudier les meilleures formes à donner aux réflecteurs des projecteurs, mais d'analyser beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait le rayonnement de l'arc électrique lui-même.

Toujours en collaboration avec M. Blondel, Jean Rey fut amené, dans le même ordre d'idée, à perfectionner les méthodes photométriques et photographiques d'étude des gros arcs à courant continu. Il résuma, dans une Communication à la Société internationale des Electriciens, en Juillet 1902, l'ensemble de ses résultats dont les points caractéristiques avaient fait l'objet d'un pli cacheté déposé à l'Académie des Sciences le 28 Octobre 1901.

Deux méthodes de mesures furent employées pour des intensités variant de 25 à 300 ampères; la première, directe, permettait d'étudier le cratère lumineux en en isolant une portion parfaitement définie; la seconde, indirecte, à l'aide d'un écran diffuseur, faisait connaître l'éclat moyen de l'ensemble du cratère.

Contrairement aux résultats antérieurs, obtenus par la méthode photographique, Jean Rey, étendant beaucoup une conception antérieure de M. Blondel (1893), démontre que l'éclat intrinsèque d'un arc augmente avec la densité du courant dans le positif et cela dans une proportion considérable. Il indique également la loi de variation de l'éclat avec le diamètre du charbon; les nombreuses expériences de Jean Rey, poursuivies méthodiquement depuis sa Communication de 1902, l'ont toujours confirmée. Elles ont permis de préciser encore le phénomène de l'arc entre charbons purs, en montrant qu'à mesure que la densité de courant augmente, il s'établit trois régimes successifs. Ces trois états sont marqués par des éclats nettement différents avec augmentation assez brusque de leur valeur, lorsqu'on passe d'un régime au suivant.

A mesure que la technique des grands réflecteurs pour projecteurs ou pour phares se développait, il devenait indispensable de perfectionner également les méthodes de vérification des optiques elles-mêmes. Pour les projecteurs notamment, dont les réflecteurs sont d'une seule pièce, on avait proposé l'emploi de réseaux rectilignes dont l'image était reçue par un objectif convenablement placé. Ce dispositif n'est, en réalité, qu'un trompe-l'œil qui ne permet nullement de se rendre compte des aberrations optiques d'un réflecteur, mais seulement des défauts locaux qu'il peut présenter.

La nouvelle méthode imaginée par Jean Rey est exposée dans une Note à l'Académie des Sciences du 4 Août 1913. Elle est basée sur la photographie de l'ombre d'un réseau rectiligne placé dans le faisceau, et non plus de son image. Elle s'applique d'une manière générale non seulement aux réflecteurs paraboliques, mais également aux réflecteurs elliptiques ou hyperboliques dont l'emploi commence à se répandre pour l'obtention de faisceaux divergents. Elle donne le moyen de relever la courbure réelle d'un réflecteur et, par suite, fait connaître, en chaque point, l'erreur vraie de construction. Elle renseigne donc sur les retouches à faire soit à l'outillage, soit aux méthodes de fabrication.

On peut dire que, dans le domaine de l'optique industrielle des grands réflecteurs, cette méthode rend les mêmes services que celle de Foucault appliquée aux réflecteurs astronomiques.

Le problème général de l'éclairage des côtes ne consiste pas seulement à accroître l'éclat intrinsèque des sources lumineuses ainsi que le flux total qu'elles émettent, mais à rendre plus rationnelle l'utilisation du flux lumineux par un calcul judicieux des appareils optiques.

Toujours en collaboration avec M. Blondel, Jean Rey s'est attaché à déterminer la loi d'utilisation physiologique d'un feu déterminé, c'est-à-dire l'intensité de perception obtenue dans telle ou telle condition et notamment l'action comparée de l'intensité d'émission et de la durée. Cette étude a été poursuivie, aussi bien au laboratoire qu'à l'aide des renseignements fournis par les observations des navigateurs; les mesures de portées furent effectuées par l'Administration française des phares.

Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 3 Juillet 1911, en collaboration avec M. Blondel, Jean Rey donna des résultats très précis obtenus par deux méthodes différentes consistant toutes deux à comparer deux sources lumineuses ponctuelles discontinues, réglables à volonté. Les deux catégories de résultats obtenus ont conduit à déterminer la loi générale qui relie la durée des éclats avec l'éclairement perceptible.

La loi Blondel-Rey ainsi obtenue exprime que la quantité d'éclairement réellement utilisée pour la sensation est indépendante de la durée de l'éclat. Il y a donc intérêt, pour la meilleure utilisation d'une source lumineuse dans un phare à éclats, c'est-à-dire pour la plus grande portée, à concentrer les éclats dans le temps le plus court possible.

Le détail complet des expériences et des calculs d'établissement de la nouvelle loi a été publié par les mêmes auteurs, dans le Journal de Physique, livraison de Juillet-Août 1911, et complété par eux dans les *Comptes Rendus* (15 Juin 1916), puis dans la Lumière Électrique (15 juillet 1916).

Jean Rey ne pouvait, à cette époque, disposer que d'un nombre restreint de faits expérimentaux; il en analysa les données en utilisant la notion de l'éclairement équivalent qu'il avait défini. Cette méthode lui permit de fixer, pour des coefficients de transparence donnés, les portées qu'on peut obtenir pour tel ou tel calibre de projecteurs dont l'éclairement pratique est connu; il put ainsi tracer des abaques d'une grande généralité qui donnent la portée d'un appareil déterminé, pour une transparence atmosphérique connue.

Pour la réalisation technique de ses appareils, Jean Rey sut mettre en œuvre tout à la fois les ressources de sa haute culture scientifique et celles de son ingéniosité et de sa patience. Il sut, par des calculs pénibles, transformer la construction des grands miroirs Mangin à deux surfaces sphériques de grande distance focale en celle de miroirs à court foyer, présentant un minimum d'aberration que le colonel Mangin n'avait jamais obtenu. Plus tard, il a perfectionné aussi la taille des grands miroirs paraboliques de métal et de verre.

Pour éviter la vulnérabilité des miroirs en verre, il a créé pour l'usage militaire des réflecteurs en bronze d'aluminium doré qui ont été employés pendant la guerre et furent les premiers projecteurs à lumière jaune évitant l'éblouissement.

Grâce aux perfectionnements de la construction des réflecteurs, il a pu les employer ensuite pour réaliser un nouveau système de phares de grand atterrage formé de plusieurs segments de miroirs paraboliques et pouvant réaliser avec des sources lumineuses appropriées des faisceaux plus concentrés et une portée plus grande que les optiques de Fresnel.

L'idée fondamentale consiste à créer des optiques catoptriques donnant au flux lumineux qu'elles utilisent le maximum de concentration. Pour les feux à éclats régulièrement espacés, il est possible de faire usage d'un seul réflecteur mais, pour les feux à groupes d'éclats, il est nécessaire de segmenter l'optique de manière à entourer la source lumineuse suivant l'angle solide maximum pour recueillir la plus grande partie du flux lumineux. Cette segmentation ne pourrait

se faire d'une manière pratique avec des miroirs en verre du système Mangin ou du système parabolique, car elle obligerait à des opérations trop coûteuses. Jean Rey porta donc son choix sur les réflecteurs métalliques, en exécutant le profil parabolique dans la masse même du métal, à l'aide de procédés inédits.

Le réflecteur d'une seule pièce est d'abord segmenté suivant le nombre des éclats à produire; puis l'opération de la taille et celle du polissage sont opérées sur la pièce entière dont on a réassemblé les divers segments. Une fois le miroir terminé, il est recouvert d'une couche d'or déposée à l'aide de procédés spéciaux, et convenablement bruni, pour obtenir le poli spéculaire.

Dans les dernières années de la guerre, quelques appareils du nouveau système ont été construits, notamment celui du phare de la Galite, en Tunisie. Les essais auxquels cet appareil fut soumis ont complètement vérifié les résultats du calcul. La puissance lumineuse de cette optique, bien qu'il s'agisse d'un feu à quatre éclats groupés, n'était pas inférieure à celle d'une optique du système Fresnel, à éclats réguliers, du plus grand modèle employé sur les côtes de la Méditerranée. Le progrès réalisé était donc considérable.

Dans les projecteurs, il ne s'agit plus d'obtenir un éclat visible le plus loin possible, mais d'éclairer un objet, plus particulièrement un aéroplane, à la plus grande distance possible; le problème n'est plus celui de l'éclat intermittent, mais celui de l'éclairement continu. Jean Rey indiqua les méthodes à employer pour le calcul de cet éclairement, suivant qu'on emploie des réflecteurs Mangin ou des réflecteurs paraboliques.

La distance de perception de l'objet éclairé dépend naturellement de la forme, de la dimension et de la couleur de cet objet, ainsi que de la couleur du fond sur lequel il se détache; au point de vue physiologique, elle dépend également de l'acuité visuelle de l'observateur.

Jean Rey a contribué aussi à la création de nouvelles combinaisons optiques pour les phares d'aviation, les projecteurs à faisceaux divergents, etc.

Concurremment, il a perfectionné les sources lumineuses, notamment en réalisant la première lampe à manchon incandescent chauffé par la vapeur de pétrole; cet appareil fut le résultat de ses études très poussées sur la vaporisation du pétrole; il a été adopté ensuite sous des formes plus ou moins différentes dans des phares du monde entier.

III. — *Thermodynamique.*

Les études thermodynamiques de Jean Rey n'ont pas seulement concerné l'utilisation de la vapeur dans les turbo-machines; il fit une étude très poussée des propriétés de la vapeur de pétrole, découvrant notamment une particularité fort curieuse de sa courbe entropique, de laquelle il résulte que cette vapeur se surchauffe par la détente, au lieu de se saturer. Cette constatation lui permit des applications très remarquables dans des lampes de phares à vapeur de pétrole d'une part et dans la carburation avec ou sans carburateur des moteurs à huile lourde.

Dès 1902, Jean Rey s'est occupé de la possibilité de perfectionner les appareils industriels destinés à l'évaporation des liquides de toute nature.

On sait que l'évaporation à feu nu n'est plus employée que dans les contrées lointaines où l'on ne dispose pas des moyens de faire l'évaporation à l'aide de la vapeur d'eau. Jean Rey a donc repris le principe de recompression mécanique de la vapeur produite par l'évaporation elle-même, pour élever sa température et la faire resservir en la condensant à nouveau, tout en cherchant à remplacer les compresseurs mécaniques habituels par un appareil à jet.

L'idée n'était pas nouvelle en soi, mais elle avait toujours échoué à cause du rendement mécanique déplorable de ces appareils.

Après plusieurs années d'expériences, il put réaliser un thermo-compresseur dont le rendement mécanique est compris entre 25 0/0 et 30 0/0 tandis que les injecteurs usuels n'utilisent en compression que 3 0/0 à 4 0/0 de la puissance vive contenue dans la vapeur motrice. En 1908, le nouveau système prenait corps et, dans une communication à la Société des Ingénieurs civils de France, en Avril 1909, Jean Rey en indiquait les premières applications en comparant son rendement à celui des compresseurs à pistons ou des turbo-compresseurs jusque-là exclusivement utilisés industriellement dans le même but. Depuis lors, les applications du thermo-compresseur se sont multipliés.

L'injecteur de Jean Rey se distingue de tous ceux qui ont été imaginés, par la forme du mélangeur: la vapeur motrice s'échappe, non plus par une tuyère circulaire, mais en lame mince, par une tuyère rectangulaire, et se détend dans un diffuseur en angle dièdre percé de fenêtres d'aspiration de sections convenables par où s'opère l'entraînement de la vapeur qu'il s'agit de comprimer.

Le résultat obtenu quantitativement est le suivant: 1 kg. de vapeur vive peut entraîner 2 kg. de vapeur à la pression atmosphérique, et les recomprimer à 1 kg. 3 absolu, en élevant la température du mélange de 7° à 8°.

Un thermo-compresseur est, dans ces conditions, équivalent à un appareil à triple effet, avec cette différence qu'il travaille à la pression atmosphérique et ne nécessite pas de condenseur.

IV. — *Télémécanique*

Les projecteurs terrestres construits par Jean Rey pendant la guerre, l'avaient conduit à réaliser une commande télémécanique d'asservissement précis, reliant ce projecteur au chercheur acoustique.

Il profita, dans cette branche, de ses réalisations antérieures dans la commande électrique des tourelles de cuirassés, où il était parvenu à obtenir une précision au moins égale à celle des commandes hydrauliques.

Lorsqu'il s'agit de mouvoir électriquement le gouvernail d'un navire les difficultés sont d'un autre ordre, et n'avaient jamais été résolues. Jean Rey en eut raison en commandant l'arbre du gouvernail par l'intermédiaire d'un différentiel dont chaque maître-pignon était entraîné par vis tangente. La vitesse angulaire du gouvernail, au lieu de dépendre de la vitesse absolue de rotation de l'un ou l'autre moteur électrique, dépend de leur différence.

L'étude de ce problème spécial conduisit Jean Rey à créer un type de manipulateur qui permet le changement de marche, le démarrage progressif, le freinage électrique et le retour automatique au zéro, en n'employant que des contacts en charbon, dispositif d'un montage simple et facilement accessible, conditions particulièrement précieuses à bord des sous-marins.

V. — *Mines sous-marines.*

Dès 1905, Jean Rey entreprit l'étude des perfectionnements à apporter aux mines sous-marines. Pour que la mine soit efficace et devienne une arme redoutable, il faut:

1° Qu'elle renferme un système d'immersion à la fois précis et puissant, lui permettant de s'immerger à la profondeur optimum;

2° Qu'elle puisse résister suffisamment aux courants produits par la marée ou d'autres causes, sans que la dénivellation résultante soit trop considérable, ce qui rendrait la mine inoffensive;

3° Que le système d'inflammation soit combiné de manière à fonctionner sans retard, dès que la mine est heurtée, tout en demeurant inactif pendant les manœuvres à bord et insensible à l'effet des courants et de la houle;

4° Que la mine puisse recevoir des charges puissantes, allant jusqu'à 150 kg. et au delà, et que l'explosif effectue sa déflagration complète avant de prendre contact avec l'eau;

5° Que la flottabilité soit suffisante pour assurer une bonne immersion, sans toutefois dépasser la valeur qui permettrait le soulèvement par la houle;

6° Que la construction du crapaud d'ancrage permette le mouillage par grands fonds, tout en assurant une stabilité parfaite de l'engin et sa résistance aux déplacements que tendent à produire les mouvements de la mer.

Il importe également qu'une mine sous-marine ait des mécanismes robustes et qu'elle puisse résister, pendant plusieurs mois, à l'effet de la corrosion, à l'usure produite par ses mouvements et à l'attaque des organismes marins. Il faut enfin qu'elle soit d'un maniement et d'un transport commodes.

Plusieurs années furent absorbées par l'exécution de centaines d'expériences, soit en laboratoire, soit dans une salle d'essais *ad hoc*, soit à la mer; enfin 1916 fut consacré à la mise au point d'un système pratique de mines à mouillage par sous-marins, et Jean Rey apporta encore, par la suite, de grands perfectionnements à ses modèles initiaux.

Dans le cas de mouillages peu profonds, la mine, abandonnée à elle-même, descend d'un bloc avec son crapaud d'ancrage à travers un puits avec sas et va jusqu'au fond. Le flotteur se dégage alors du crapaud et remonte en déroulant son orin. Arrivée à la profondeur d'immersion voulue, un mécanisme agissant sous l'action de la pression ambiante provoque le verrouillage du tambour d'enroulement du câble et la mine se trouve arrêtée à la profondeur fixée. Cette série d'opérations se produit sous l'eau et en aucun cas la mine n'apparaît à la surface. Le sous-marin peut donc mouiller ses mines sans que rien décèle sa présence.

Quand il s'agit d'immersions par très grands fonds (1000 et même 1500 mètres), on ne peut laisser le flotteur descendre jusqu'au fond avec le crapaud; il serait écrasé par la pression. L'appareil est donc muni de dispositifs automatiques qui laissent filer le câble à partir d'une certaine profondeur d'immersion, le crapaud continuant à descendre pendant que le flotteur remonte légèrement.

Quand le câble a atteint une certaine longueur, un autre mécanisme, également réglé d'avance en fonction du fond, verrouille à nouveau l'orin, et l'ensemble recommence à descendre jusqu'à ce que le

crapaud touche. La longueur de cable filée est réglée d'avance pour que le flotteur ne descende pas plus bas que la profondeur dont il peut supporter la pression. Dès que le crapaud a touché, le filage recommence automatiquement jusqu'à ce que la mine remonte à la profondeur d'immersion désirée, instant auquel un verrouillage final a lieu.

On comprend que, pour réaliser un mécanisme qui effectue automatiquement des opérations aussi complexes, il fallait pouvoir calculer d'avance les mouvements respectifs du crapaud et du flotteur avant et pendant le filage de l'orin, puis avant et après que le crapaud a touché. Jean Rey dut donc exprimer analytiquement l'ensemble de ces multiples mouvements. Il vérifia les résultats de ses calculs au moyen de manomètres enregistreurs, sur des mines non chargées et put ainsi, selon la saine méthode scientifique, y introduire les coefficients pratiques nécessaires à une exactitude rigoureuse.

La technique qu'il a créée permet maintenant le mouillage de ces engins dans des mers profondes, à une assez grande distance des côtes, et dans des conditions particulièrement redoutables pour l'ennemi.

La qualité défensive d'une mine ne dépend pas seulement de la perfection de réalisation des desiderata et manœuvres qui viennent d'être indiqués; elle dépend encore de la répartition des mines: Jean Rey fit aussi un examen analytique complet du problème sous ce point de vue.

Conclusion.

Voici donc terminé le résumé des travaux qui remplirent la vie de Jean Rey.

Tous ceux qui ont été aux prises avec les difficultés de *la réalisation* seront pleins d'admiration pour sa puissance d'action et sa ténacité; songeant encore aux multiples fonctions qui ont été énumérées plus haut, ils se demanderont comment un seul homme a pu suffire à un tel labeur.

Si incroyable que cela paraisse, il trouvait encore le temps d'ac-

corder son attention à bien d'autres objets, et c'est avec une profonde émotion que je me souviens de la bienveillance et de l'enthousiasme juvénile avec lesquels il m'encourageait dans certains travaux difficiles dont il avait été chargé de suivre le développement. Peu de jours avant sa mort, il venait encore assister à l'une de mes expériences, alors que sa santé eût peut-être dû lui déconseiller de s'exposer au froid aigre d'une matinée d'automne, dont j'avais pris soin de le protéger de mon mieux.

Ce sera donc sur l'hommage ému de ma reconnaissance personnelle que je terminerai ces pages dont la rédaction fut pour moi l'exécution d'un pieux devoir.

LISTE DES PUBLICATIONS DE JEAN REY (1).

A. Ouvrages.

Note sur les feux éclairs à l'huile et à l'électricité, 150 pages, édité à Paris (1896).

Sur l'incandescence par la vapeur de pétrole appliquée à l'éclairage des phares, 39 pages (1901).

Notice sur un nouveau système de phare à réflecteur métallique, 100 pages (1913).

Portée des projecteurs de lumière électrique, 166 pages (1915) (traduit en anglais. Londres, 1917).

Les propriétés physiques des vapeurs de pétrole et les lois de leur écoulement, 251 pages, édité par la librairie Dunod, à Paris (1925).

B. Autres publications.

1. OPTIQUE. — Études expérimentales de l'éclat des projecteurs de lumière (en collaboration avec A. Blondel). *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 31 janvier 1898, t. CXXVI, p. 404-407.

L'éclat intrinsèque des gros arcs à courant continu. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juillet 1902, t. II, (2e série), p. 593-614.

Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée (en collaboration avec A. Blondel). *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 3 juillet 1911, t. CLIII, p. 54-56.

Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée (en collaboration avec A. Blondel). *Journal de Physique*, juillet et août 1911, t. I (5e série), p. 530-550 et 643-655.

Méthode de vérification des réflecteurs optiques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 4 août 1913, t. CLVII, p. 329-331.

Comparaison, au point de vue de la portée, des signaux lumineux brefs produits, au moyen d'un appareil rotatif, par des sources de lumière donnant des durées d'impression différentes. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé (en collaboration avec A. Blondel). *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 5 juin 1916, t. CLXII, p. 861-867.

Portées des signaux lumineux brefs contenant des flux lumineux égaux, mais répartis sur des durées d'impression différente. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé (en collaboration avec A. Blondel). *La Lumière électrique*, 15 juillet 1916, t. XXXIV (2e série), p. 54-61.

---

(1) Empruntée à la Notice nécrologique de Jean Rey par M. André Blondel, Membre de l'Académie des Sciences.

Phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 8 septembre 1919, t. CLXIX, p. 471-473.

Prédétermination expérimentale en laboratoire de la caractéristique d'un phare à l'horizon. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 6 octobre 1919, t. CLXIX, p. 616-618.

Portée obtenue par un phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 30 janvier 1922, t. CLXXIV, p. 289-291.

De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 18 septembre 1922, t. CLXXV, p. 466-469.

De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique balayant le ciel. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 9 octobre 1922, t. CLXXV, p. 580-583.

L'éclairage des avions pendant la nuit à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, juillet-septembre 1923.

Brillance et flux lumineux des charbons à haute intensité lumineuse pour la projection de la lumière électrique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 28 décembre 1925, t. CLXXXI, p. 1133-1134.

Sur les arcs de projecteurs à très haute intensité. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, juillet 1926, t. VI (4e série), p. 732-734.

Comparaison d'une optique en verre avec une optique à réflecteurs métalliques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 26 mars 1928, t. CLXXXVI, p. 855-857.

Application de la loi Blondel-Rey à la détermination des optiques les plus favorables pour les feux à éclats. Communication à l'Association technique maritime et aéronautique, juin 1929.

De l'invention du périscope. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 7 décembre 1931, t. CXCIII, p. 1138-1140.

2. MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ. — La turbine à vapeur système Rateau et ses applications. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, 18 mars 1904; mémoire honoré de la médaille d'or de cette société (prix accordé en 1905).

Les pompes centrifuges multicellulaires à grande élevation du système Rateau. *Bulletin de la Société d'Eucouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1904, t. CIII, p. 430-452.

De l'attraction dissymétrique du rotor dans les moteurs asynchrones. *L'Éclairage électrique*, 20 février 1904, t. XXXVIII, p. 281-285 et 12 novembre 1904, t. XLI, p. 257-260.

Note sur les turbines à gaz. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, mai 1906.

Quelques remarques sur les turbomachines. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril 1910.

La commande électrique des vannes et des portes de l'écluse à sas du bassin à flot du port de Boulogne (1919).

3. THERMODYNAMIQUE. — De la compression de la vapeur appliquée à l'évaporation. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril 1909.

Diagramme entropique du pétrole. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 4 mars 1918, t. CLXVI, p. 387-390.

Propriétés physiques de la vapeur de pétrole. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 10 mars 1919, t. CLXVIII, p. 509-513.

Sur l'écoulement de la vapeur de pétrole. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 2 juin 1919, t. CLXVIII, p. 1092-1095.

Les propriétés physiques des vapeurs de pétrole. *Annales des Mines*, juillet, août et septembre 1925.

Utilisation industrielle de l'énergie d'un liquide chaud dans une turbine à vapeur. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 6 décembre 1926, t. CLXXXIII, p. 1093-1096.

Les valeurs comparatives de l'unité de quantité de chaleur à 0° et à 15°. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, octobre 1929, t. CXXVIII, p. 708-709.

Du frottement de la vapeur d'eau dans les tuyaux et ajutages. Communication à l'Association technique, maritime et aéronautique, mai et juin 1927. — *Chaleur et Industrie*, novembre 1929, t. X, p. 519-525.

Des conditions de la meilleure utilisation de l'énergie des eaux chaudes naturelles ou industrielles. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 16 février 1931, t. CXCII, p. 385-389.

Fonctionnement d'un thermo-compresseur entraînant successivement deux fluides compressibles de densités différentes : Résultats expérimentaux. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 5 mars 1934, t. CXCVIII, p. 864-867.

Fonctionnement d'un thermo-compresseur entraînant successivement deux fluides compressibles de densités différentes : lois des débits en poids, lois d'invariance de la pression finale. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 12 mars 1934, t. CXCVIII, p. 997-1001.

Du rendement énergétique des thermo-compresseurs. Importance de sa définition. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 12 juin 1935, t. CC, p. 2001-2004.

Du rendement énergétique des thermo-compresseurs. Définitions des valeurs. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1er juillet 1935, t. CCI, p. 9-11.

4. DÉFENSE NATIONALE. — Les ensembles électrogènes à vapeur (1909).

La commande électrique des gouvernails (1916).

La propulsion électrique des navires (1918).

Les phénomènes explosifs produits par les mines sous-marines (15 avril 1907).

Complément à la note sur Les phénomènes explosifs produits par les mines sous-marines (12 février 1908).

La commande électrique des tourelles cuirassées. *Bulletin de la Société française des Électriciens*, mai 1921, t. I (4e série), p. 197-212.

Du choc d'un bateau sous-marin ou d'un bâtiment de surface contre un barrage de mines sous-marines. *Académie de Marine*, 1916, t. VI.

Sur la probabilité du choc d'un bateau sous-marin ou d'un bâtiment de surface contre un barrage de mines. *Mémorial de l'Artillerie française*, 1928.

Note sur les moteurs à pétrole pour sous-marin (1917).

5. DIVERS. — Sur la constitution intérieure du globe terrestre. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, juillet 1911.

Note sur le traité de Paix (1918).

Les vrais profiteurs de la guerre (1920).

Discours prononcé dans la séance du 13 janvier 1933. *Mémoires et Compte rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier-février 1933, t. LXXXVI (9e série), p. 7-40.

CÉRÉMONIE

DU CENTENAIRE DE LA MORT

DE

RENÉ DESGENETTES

Membre libre de l'Académie des Sciences,

à ALENÇON,

le dimanche 27 juin 1937

ALLOCUTION DE M. MAURICE D'OCAGNE

AU NOM DE L'ACADÉMIE.

J'ai l'honneur d'apporter ici l'hommage de l'Académie des sciences à la mémoire de Desgenettes, premier en date, en 1832, des médecins qui lui ont appartenu en qualité d'académicien libre, médecins choisis le plus ordinairement en raison de leur haute renommée comme praticiens, sauf quelques-uns admis pour des titres étrangers à la médecine: tel Charcot, explorateur des régions polaires.

L'Académie des sciences renferme, au surplus, une section spéciale de « médecine et chirurgie » où siègent traditionnellement deux médecins, deux chirurgiens et deux physiologistes, tous, eux aussi, cela

va sans dire, d'une grande valeur professionnelle, mais s'étant, en outre, généralement fait remarquer par d'importants travaux de laboratoire.

Pour son élection à l'Académie, Desgenettes, en dehors de son exceptionnel mérite de praticien, universellement proclamé, pouvait encore se recommander des excellents ouvrages sortis de sa plume, notamment l'*Histoire médicale de l'armée d'orient* et les *Essais de biographie et de bibliographie médicales*, ceux-ci tenant, au reste, bien plus que leur titre ne semble promettre; il suffit, pour s'en convaincre, de se reporter aux lignes que voici, extraites de la préface de l'auteur: « Ces notes forment une partie de nos opinions relatives à l'histoire de la médecine, à ses théories et à sa pratique, à la description de plusieurs épidémies, à l'hygiène publique et privée, et enfin à la conservation des hommes de guerre en divers climats ». Œuvre très variée, comme on voit, où le grand praticien a su très heureusement utiliser « une foule d'observations médicales et physiologiques pleines de savoir et de sagacité » que, d'après l'*Histoire scientifique et militaire de l'expédition française en Égypte*, de Raybaud, il avait rapportées de son séjour en Orient et qui lui permirent de donner de solides assises à l'étude spéciale de l'hygiène des armées.

L'origine des académiciens libres remonte à la réorganisation, en 1816, dans le cadre de l'Institut de France, des académies que la Convention avait supprimées en 1793. Depuis lors, l'art de guérir a eu parmi eux huit représentants effectifs: René Desgenettes élu en 1832, Etienne Pariset en 1842, Jean Civiale en 1847, Hippolyte Larrey en 1867, Paul Brouardel en 1892, Léon Labbé en 1903, Louis Landouzy en 1913, enfin, à la suite d'une élection toute récente, le docteur Louis Martin, directeur de l'Institut Pasteur.

Il est remarquable que, sur cette courte liste, le département de l'Orne puisse se flatter de compter deux de ses enfants: Desgenettes et Labbé. Ce fait est d'ailleurs à rapprocher de cet autre, non moins frappant, à savoir qu'à ce même département de l'Orne, Bonaparte a

dû deux de ses collaborateurs les plus marquants en Égypte: Desgenettes une fois encore, et Conté (1), le génial inventeur, dont j'ai eu précédemment l'occasion d'entretenir la Société historique de l'Orne; ils ont l'un et l'autre pris une part des plus actives et des plus fécondes aux travaux du fameux Institut fondé au Caire par le général en chef. Pour Desgenettes, ce stage à l'Institut d'Égypte a constitué une sorte de prélude à sa carrière académique que j'avais précisément le devoir d'évoquer devant vous en ce jour solennel où la ville natale de l'illustre médecin s'attache, avec une si belle ferveur, à exalter sa mémoire.

(1) Sur Conté voir notre article paru dans le N° du 15 août 1934 de la *Revue des Deux Mondes*, reproduit dans nos *Hommes et choses de science*, 3e série, p. 180.

SÉANCE SOLENNELLE

A LA MÉMOIRE

DE

HENRY LE CHATELIER

Membre de la section de chimie de l'Académie des sciences,

A LA SORBONNE,

le samedi 24 avril 1937.

ALLOCUTION DE M. JEAN PERRIN

Membre de l'Académie des sciences.

Sous-Secrétaire d'État à la Recherche scientifique,

AU NOM DU GOUVERNEMENT.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

MESDAMES,

MESSIEURS,

J'ai le très grand honneur d'ouvrir la Séance solennelle de commémoration du grand Henry Le Chatelier, non pas comme physicien ou comme chimiste, mais comme membre d'un Gouvernement qui, précisément, a prouvé sa profonde compréhension du rôle social de la

Science en décidant, ce qui n'avait jamais eu lieu dans aucun pays, que cette Science serait représentée dans ses Conseils.

De ce point de vue j'ai, sans doute, surtout à dégager ce qui, dans l'organisation de la Recherche scientifique, peut être suggéré par l'exemple de la belle carrière d'Henry Le Chatelier. Et je n'ai pas à rappeler avec détail les titres glorieux que ce grand chercheur s'est acquis à l'admiration universelle dans une étonnante multitude de domaines, soit en Science appliquée par ses découvertes sur les explosifs, les ciments, la métallurgie, soit en Science pure par ses réflexions profondes sur les lois de l'équilibre chimique; titres qui vous seront expliqués dans quelques instants par les orateurs qui vont se succéder.

Presque tous ici vous avez connu Henry Le Chatelier. Vous avez présente à la mémoire sa fière et droite silhouette, haute et ferme comme celle d'un soldat.

Et, en effet, il était combatif, délibérément, et il tenait à s'affirmer comme partisan fervent des principes ou des méthodes qui lui valaient des succès éclatants et qu'il croyait en conséquence devoir se généraliser.

En ce sens, deux points de sa philosophie peuvent être particulièrement signalés:

Il est, vous le savez, des investigateurs de la Nature qui ne se contentent pas d'utiliser ce qu'elle livre directement à nos sens en dehors de toute hypothèse, mais qui cherchent à deviner au travers de cette apparence des réalités cachées, des structures subtiles dont l'intuition les aidera à comprendre ce que nous pouvons voir ou toucher. Il en est d'autres, comme Galilée, comme Sadi-Carnot, comme Lavoisier, comme précisément Le Chatelier, qui se refusent à toute hypothèse de ce genre, à laquelle volontiers ils trouveraient une manière d'improbité. Mais pourrons-nous cesser d'admirer Lavoisier parce qu'il a établi l'existence des corps simples sans penser «en atomes», ou Sadi-Carnot parce qu'il a compris le premier qu'un phénomène spontané ne peut se renverser spontanément sans qu'il

ait vu dans ce principe la conséquence nécessaire d'une agitation moléculaire inaccessible à nos sens?

La grandeur même de ces noms que j'évoque montre, au reste, l'admiration que j'éprouve avec vous tous pour celui qui a su comprendre parmi les premiers les lois des réactions chimiques, mais enfin vous ne serez pas étonnés que je tienne à dire que même ces triomphes ne peuvent faire oublier ceux que nous devons aux conceptions fines de la Matière ou de la Lumière.

Une autre doctrine de Le Chatelier, plus importante peut-être à notre point de vue, est celle qui se rapporte aux voies dans lesquelles il convient de lancer la Recherche. Il protestait avec énergie contre la Recherche qui n'est pas guidée par des problèmes posés d'un point de vue pratique. Ici encore, tout en reconnaissant l'importance immense de la Science appliquée, je crois devoir faire des réserves quant à la généralité des directives proposées par Le Chatelier et je dois maintenir, malgré toute son autorité, que si la Science appliquée doit, en effet, prendre toute l'ampleur qu'il désirait, c'est pourtant de la Science pure, poursuivie sans préoccupations d'utilité, que jaillissent toujours même les résultats pratiques les plus utiles. S'il est vrai que les désirs d'améliorer l'éclairage aient conduit aux immortels travaux de Lavoisier sur la combustion, c'est de la découverte des propriétés des courants qu'a jailli en définitive toute l'industrie de notre éclairage moderne. De même, ce n'est pas en se posant le problème du transport de la Force qu'Ampère ou Faraday auraient pu trouver l'électro-magnétisme ou l'induction, dont la connaissance permettait aussitôt les inventions et les techniques, grâce auxquelles aujourd'hui nous transportons cette force; de même encore ce n'est à coup sûr, pas en cherchant à déterminer la position des projectiles dans le corps qu'on eût pu découvrir les rayons X qui résolvent d'un coup ce problème.

Sans doute, il n'est pas nécessaire que je multiplie ces exemples, mais l'exagération même d'une doctrine excessive soutenait sans doute Le Chatelier dans l'admirable effort qui lui a permis de créer

de nouvelles branches de la Science appliquée et qui, lors de son cinquantième anniversaire, lui a valu l'hommage de tous les techniciens du Monde.

L'ampleur de cet hommage montre assez combien il eût été facile à Le Chatelier de tirer, de façon légale, d'immenses profits de ses travaux, mais lui qui estimait que la Science ne doit pas être désintéressée, nous a montré par son exemple combien il estimait que le savant doit l'être. Cette rigidité, cette haute probité qui est à l'honnêteté ordinaire ce que la délicatesse et l'honneur sont par rapport au sentiment banal du devoir, nous la saluons aujourd'hui en célèbrant sa mémoire.

On a dit quelquefois, et pas toujours sans apparence d'arguments, que la France ne sait pas récompenser ceux auxquels elle doit, pour une large part, et sa richesse, et ce qui est plus encore, sa grandeur intellectuelle et son prestige. Du moins, la solennité même de cette Séance nous montre le désir du Pays de ne pas commettre une telle injustice et j'ai dès raisons d'espérer que de plus en plus, et grâce à une organisation améliorée, nous saurons édifier le Panthéon intellectuel que la Patrie reconnaissante doit à ses grands Hommes.

LES IDÉES DIRECTRICES ET L'ŒUVRE DE LE CHATELIER

PAR

M. GEORGES CHARPY

Membre de l'Académie des Sciences.

Professeur à l'École polytechnique.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

MESSIEURS LES MINISTRES (1),

MESDAMES,

MESSIEURS,

Si je suis appelé à prendre la parole au début de cette réunion, consacrée à la glorification de l'œuvre d'Henry Le Chatelier, c'est sans doute parce que je suis l'un des plus anciens, sinon le plus ancien de ses disciples. Depuis plus de cinquante ans, j'ai toujours été en relations directes avec lui, suivant constamment le développement de ses travaux dont j'ai eu souvent à appliquer les résultats dès leur apparition, dans ma carrière personnelle, qui a toujours été orientée suivant ses directives. Je suis donc en bonne position pour avoir une vue d'ensemble sur le développement de cette belle existence, et aussi désireux qu'on peut l'être de contribuer à rendre au Maître disparu les honneurs qui lui sont dus.

Pour un savant qui a apporté de si importantes contributions à de si nombreux chapitres de la Science, il a paru que la louange la plus significative serait obtenue si un certain nombre de ses disciples venaient rappeler les résultats les plus marquants de ses recherches, sans prétendre en faire un exposé complet, sans s'écarter de la forme

---

(1) M. Jean Perrin, Sous-Secrétaire d'État à la Recherche scientifique et M. Paul Ramadier, Sous-Secrétaire d'État des Mines, de l'Électricité et des Combustibles liquides.

simple et condensée qui lui était habituelle. La tâche qui m'est échue dans cet hommage collectif consiste à mettre en évidence le lien qui rattache les uns aux autres les différents apports à la technique ou à la science que viendront vous exposer tour à tour les spécialistes les plus autorisés, à résumer, par conséquent, ce qui a été appelé les «idées directrices» de l'œuvre de Henry Le Chatelier.

*
* *

La difficulté est moins grande qu'on ne pouvait le craindre. En effet, Henry Le Chatelier a bien eu, dès ses débuts, des idées directrices, auxquelles il s'est constamment référé, ce qui n'est pas un cas très général; de plus, il les a explicitées à diverses reprises en un exposé constamment remanié et perfectionné. On les voit ainsi se grouper d'abord en une *méthode* destinée à diriger l'exécution de l'œuvre à faire, puis se constituer peu à peu en un *système*, explication et conclusion de l'ensemble de l'œuvre accomplie.

La méthode dont je viens de parler à été constituée à peu près exclusivement par des préceptes empruntés à Descartes, à Claude Bernard et à Taine, seuls noms d'auteurs constamment répétés dans les écrits d'Henry Le Chatelier, qui s'efforce de les compléter l'un par l'autre. L'application du principe de division de Descartes reste bien pour lui la première étape de la création scientifique, par la recherche et l'énumération complète de tous les facteurs élémentaires d'un phénomène donné, mais les difficultés pratiques que laisse subsister cette manière de faire doivent être corrigées dans une seconde étape, en déterminant le degré d'importance relative de chacun des facteurs élémentaires ainsi reconnus, c'est-à-dire, suivant l'expression de Taine, le degré de bienfaisance de chacun d'eux, et surtout, le *caractère dominateur* de quelques-uns. Cette préoccupation incessante de la recherche du facteur dominateur est, pour Henry Le Chatelier, la caractéristique essentielle des hommes de bon sens et de réflexion qui continuent l'œuvre commencée par les inventeurs.

La recherche méthodique des lois naturelles n'est d'ailleurs possible qu'en se référant constamment à l'idée longuement développée

dans les écrits de Taine et de Claude Bernard, de l'inéluctabilité de ces lois, la foi dans le *déterminisme* scientifique. Henry Le Chatelier est revenu, dans la plupart de ses publications, sur ce point dont il souligne l'importance, capitale à ses yeux. «Nier le déterminisme, c'est nier la science», écrit-il; et aussi: «Si l'on ne croit pas à l'existence, à la nécessité des lois naturelles, si l'on n'est pas déterministe, il ne faut pas faire de Science; chacun son métier.»

Ces principes sont bien simples, bien faciles à énoncer; mais ils sont, en fait, bien rarement appliqués. C'est pourquoi, sans doute, Henry Le Chatelier a cherché à leur donner une forme plus systèmatique, qu'il a concrétisée dans la notion de *Science industrielle*, à laquelle il semble que l'on a souvent donné une interprétation erronée.

Sans doute, Henry Le Chatelier a voulu, en premier lieu, protester contre la tendance, bien affaiblie aujourd'hui, mais très accentuée il y a quarante ans dans certains milieux scientifiques, à considérer comme méprisable la recherche des applications pratiques des progrès de la Science et à ranger dans une catégorie supérieure les travaux scientifiques dont on ne peut prévoir aucune utilisation. Il a, entre autres citations, reproduit à plusieurs reprises la phrase ci-dessous, extraite d'un opuscule publié par un savant célèbre: «Ce qui caractérise tous les savants quels qu'ils soient, c'est qu'ils ne travaillent pas pour aboutir par leurs travaux à une conclusion pratique; ils ne mêlent pas l'application à la théorie.» Mais ce n'est pas par simple goût de la polémique qu'Henry Le Chatelier a répondu à maintes reprises par des déclarations telles que la suivante: «La fusion de la théorie et de la pratique doit aujourd'hui être la préoccupation dominante de tous ceux qui s'intéressent tant au progrès de la science qu'à celui de l'industrie.» Cette assertion se trouve immédiatement motivée par l'argumentation suivante dont on ne peut contester le caractère général: «Faute d'une telle collaboration, la Science privée de tout contrôle effectif, se perd en vaines imaginations, et l'industrie, privée d'une direction précise, s'immobilise dans des tâtonnements

empiriques sans issue.» C'est une idée qui avait déjà été exprimée à diverses reprises et notamment par Taine, quand il déclarait: « La pratique impose à la Science la certitude et l'exactitude, parce que la pratique est impossible quand elle n'a pour appui que des conjectures et des à peu près.»

On peut donc dire que ce que Le Chatelier voulait recommander, c'était de faire dans toutes les recherches scientifiques la vérification par une application des résultats obtenus, vérification qui s'impose d'elle-même dans toutes les opérations d'ordre industriel. C'est ce qu'il exprimait aussi quand il disait que les Sciences pures sont analytique, tandis que les Sciences appliquées sont synthétiques. Peut-être même voulait-il aller encore plus loin, et en appuyant par un exemple, même avec un peu d'exagération, sur cette idée que la connaissance des lois naturelles est le but *ultime* et *exclusif* de la Science, marquer indirectement sa protestation contre les vues plus ambitieuses de certaines écoles scientifiques.

En tout cas, il est certainement inexact de considérer que Le Chatelier ne se préoccupait que des applications pratiques de la Science. Loin de proscrire le culte des idées générales, il voulait, au contraire, en faire la base exclusive de la pratique industrielle la plus courante.

*
* *

Les idées dont on vient de résumer l'essentiel ont servi de guide à Henry Le Chatelier, d'une part dans l'exécution de ses travaux de recherches et, d'autre part, dans la fixation de ses opinions sur les doctrines chimiques et l'orientation donnée à son enseignement.

L'importance des résultats obtenus par Henry Le Chatelier dès ses débuts dans la recherche scientifique est le meilleur argument que l'on puisse invoquer en faveur de sa méthode de travail. Ces résultats vous seront exposés tout à l'heure; je ne retiendrai ici que ceux relatifs à un sujet qui me semble devoir être classé en toute première ligne, la mesure des températures élevées.

L'exposé de la marche suivie par Henry Le Chatelier dans la recherche d'un pyromètre fait bien ressortir l'emploi d'une méthode

impeccable, attaquant toutes les parties de la question les unes après les autres, et conduisant, pour chacune d'elles, à la solution convenable. La récompense de cet effort a été magnifique; un problème dont l'importance capitale était universellement reconnue, et au sujet duquel on n'avait absolument rien obtenu jusque-là, a été résolu d'une façon complète et avec une telle perfection qu'à l'heure actuelle la solution reste intacte et n'a pas été dépassée. Les conséquences ont été considérables et beaucoup ont été développées par l'auteur lui-même. Du côté de la Science pure, on obtenait l'extension à tout le domaine des températures réalisables, des techniques minutieusement établies pour les basses températures et qui, jusque là, n'étaient plus susceptibles d'expression numérique dès qu'on chauffait jusqu'au « rouge ». En Chimie, c'était la possibilité de sortir de la région des faux équilibres, d'étudier, par suite, des réactions dans lesquelles l'équilibre chimique s'établissait rapidement et facilement, et de confronter avec l'expérience les déductions de la théorie. En industrie, c'était le moyen de contrôler les conditions du chauffage lui-même et des nombreuses fabrications qui nécessitent l'emploi des hautes températures, en métallurgie, en verrerie, en céramique, etc... Du même coup, la pratique de tous ces « Arts du feu » perdait le caractère un peu mystérieux qu'elle avait conservé jusqu'alors et devenait justiciable de la science de l'ingénieur et de l'étude méthodiquement dirigée.

Quand, fort de ses premiers succès, Henry Le Chatelier voulut faire état de ses idées dans les discussions des Sociétés scientifiques et les introduire dans l'enseignement, il se heurta à une opposition qui fut, à certains moments, très violente, et qui ne s'est affaiblie que très lentement. Il eut donc à soutenir, pendant une grande partie de sa vie, de véritables luttes, auxquelles il ne cherchait d'ailleurs nullement à se dérober, qu'il paraissait même rechercher, en allant exposer ses idées même dans les milieux qu'il savait les moins disposés à les adopter. On se ferait une idée très fausse du rôle joué par Henry Le Chatelier en se le représentant sous les traits du patriarche

bienveillant qu'ont seul connu les jeunes générations. Il a toujours aimé la controverse, en matière de science, s'entend; il y était d'ailleurs un adversaire redoutable, qui savait dérouter ses interlocuteurs par sa vivacité de répartie et par la vigueur qu'il mettait dans ses expressions, tout en gardant toujours une forme parfaitement courtoise et un ton des plus modérés. Quelques-uns lui en gardaient rancune, mais il savait prendre avec bonne humeur ces petites contrariétés. Dans la correspondance que nous échangions et qui était toujours consacrée exclusivement à des questions scientifiques ou techniques, j'ai trouvé un jour un post-scriptum dans lequel il me disait: « Vous savez peut-être que je me suis présenté à la présidence de la Société Chimique. L'élection à eu lieu la semaine dernière et j'ai eu un échec complet; l'assistance a accueilli l'annonce de ce résultat par des trépignements de joie. »

S'il savait apprécier exactement le peu de profondeur de ces petites manifestations qui n'entamaient nullement l'estime réelle que la grande majorité de ses collègues professait pour sa valeur et pour son caractère, il était profondément peiné, plus que ne pouvait le faire supposer la réserve qui lui était habituelle, par des inimitiés sournoises dont il ne pouvait comprendre l'origine et qui paraissent avoir joué un rôle dans son existence. Beaucoup de ses amis ont été surpris de l'entendre, dans des discours qu'il a prononcés, notamment à propos de son jubilé scientifique, revenir sur les *manœuvres* qui, longtemps auparavant, l'avaient empêché de devenir professeur de Chimie à l'École Polytechnique, ce qui, disait-il, avait été le rêve de sa jeunesse. Il est, en effet, bien difficile d'imaginer les motifs qui ont pu conduire à cette exclusion, alors que toutes les conditions qui auraient justifié cette nomination étaient remplies d'une façon exceptionnelle. En tout cas, on doit reconnaître qu'une grave erreur a été commise à cette occasion. Si Henry Le Chatelier avait pu, pendant de longues années, et comme il le désirait si vivement, enseigner les promotions nombreuses, et pourtant homogènes, qui traversent l'École, il aurait certainément pris sur ses élèves une influence considéra-

ble; étant lui-même Polytechnicien dans l'âme, il aurait pu jouer, dans des conditions exceptionnelles, le rôle de chef d'école pour lequel il était si bien doué, et donner à ses idées un développement extraordinaire; et c'était au moins une expérience dont il aurait été bien intéressant de voir les résultats.

Cette influence s'est d'ailleurs fait sentir, et d'une manière très effective, sur ses élèves de l'École des Mines, et plus tard, à la Sorbonne, surtout sur ceux qui fréquentaient son laboratoire. De ce fait, il y a, par le monde, un nombre respectable de savants et d'ingénieurs qui se proclament les élèves de Le Chatelier, qui s'efforcent d'appliquer ses idées et de les répandre autour d'eux. Leur tendance commune est de considérer que tout phénomène peut faire utilement l'objet d'une étude méthodique et que la croyance à l'intervention du hasard n'est qu'une manifestation de la paresse d'esprit.

Cela a déjà été, et sera probablement, dans l'avenir, la source de bien des progrès; cela n'existait guère avant Le Chatelier, et suffirait pour qu'on puisse dire que ses idées ont joué dans l'évolution des esprits un rôle des plus importants.

LA COMBUSTION DES MÉLANGES GAZEUX ET LA DYNAMIQUE DES GAZ

PAR

M. ÉMILE JOUGUET

Membre de l'Académie des sciences.

Inspecteur général des Mines.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

MESSIEURS LES MINISTRES,

MESDAMES,

MESSIEURS,

En 1895, étant ingénieur des Mines à Bordeaux, je suivais le cours de Thermodynamique de Duhem à la Faculté des Sciences. Je sortais de l'École des Mines, où l'enseignement de Le Chatelier avait fait sur moi une profonde impression. J'avais été spécialement frappé par la partie de son cours consacrée au chauffage et aux explosifs, où il avait résumé ses études sur la combustion. Tout plein de l'admiration provoquée en moi par ces belles leçons, je demandais un jour à Duhem ce qu'il pensait de ces travaux de Le Chatelier. « Ils sont excessivement importants, me répondit-il. Jusqu'ici la Mécanique chimique s'est surtout occupée de Statique : ils sont de ceux qui inaugurent la Dynamique chimique. »

Telle est, en effet, la portée des recherches de Le Chatelier sur la combustion des mélanges gazeux. Par elles, le grand savant qui étu-

diait en même temps avec tant de profondeur l'équilibre des systèmes chimiques, posait les bases d'un des plus beaux chapitres de la Science de leurs transformations, d'un chapitre particulièrement intéressant pour le mécanicien parce que les phénomènes chimiques y sont intimement associés à des phénomènes de mouvement.

Dans cette œuvre, il a collaboré avec Mallard, son aîné de quelque vingt ans. Il a dit lui-même ce qu'avait été pour lui cette collaboration et qu'il considérait Mallard comme son véritable maître. Bien qu'il ait, après la mort de son illustre collaborateur, ajouté d'importants résultats à ceux qu'il a obtenus avec lui, nous répondrons certainement à sa pensée en ne séparant pas le nom de Mallard du sien dans le sujet qui nous occupe.

De même que les expériences de Regnault sur la vapeur d'eau ont été « entreprises par ordre du Ministre des Travaux publics et sur la proposition de la Commission centrale des machines à vapeur », de même les *Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs* ont été exécutées pour la Commission du grisou. Il s'agit donc d'un problème posé par la pratique. Mais les deux auteurs voyaient les choses de trop haut pour se contenter d'étudier des règles empiriques de sécurité: ils ont traité le sujet comme un problème scientifique, et Le Chatelier lui-même, quelque intérêt qu'il portât aux applications industrielles, n'oubliait jamais qu'un des objets de la Science est, selon l'expression de Jacobi, « l'honneur de l'esprit humain ». Mallard et lui, d'ailleurs, pensaient que, pour faire progresser une question technique, c'est un excellent moyen d'en étudier scientifiquement les divers éléments et que cette méthode a en plus l'avantage de donner souvent des résultats dépassant la question particulière envisagée et applicables à d'autres problèmes. Effectivement, leurs recherches sur les mélanges gazeux ont eu des conséquences utiles, non seulement dans la lutte contre le grisou, mais aussi dans plusieurs autres domaines de la technique, parce qu'ils ont su dégager et analyser scientifiquement les propriétés essentielles ou, pour parler comme Le Chatelier lui-

même, les caractères dominateurs des phénomènes de combustion: température d'inflammation, température de combustion, célérité de la propagation des flammes.

La vitesse de réaction des mélanges explosifs est un phénomène excessivement complexe. Mais elle présente au moins une propriété essentielle qui doit, avant tout, attirer l'attention. Dans de certaines conditions, elle devient très vite très grande et c'est ce qui donne lieu au phénomène de l'inflammation, caractérisé par l'apparition, à partir d'une certaine température, de manifestations d'expansion et de lumière. La température d'inflammation est d'autant mieux déterminée que la vitesse de réaction varie plus vite: elle peut présenter un certain flou quand la combustion lente qui se produit aux basses températures est tout de même assez rapide, quand il y a par exemple un retard à l'inflammation sensible comme celui que Mallard et Le Chatelier ont découvert pour le formène et qui paraît d'ailleurs exister plus ou moins développé dans beaucoup de mélanges. Ce n'en est pas moins une donnée physique importante. On l'avait peu considérée avec Mallard et Le Chatelier. Ce sont leurs travaux qui ont véritablement introduit cette notion dans la science et créé les méthodes expérimentales appropriées à son analyse. Elle a, depuis, fait son chemin; elle joue notamment un grand rôle dans les recherches actuelles sur le mécanisme des réactions en chaîne.

Quand un mélange gazeux brûle, il est très important de pouvoir calculer la température de combustion atteinte par les gaz brûlés. La méthode pour ce calcul est classique: mais elle nécessite la connaissance des chaleurs spécifiques des gaz aux hautes températures. Mallard et Le Chatelier ont exécuté sur ce sujet des expériences fondamentales. Ils ont mis les premiers en évidence, d'une manière incontestable, la croissance de ces chaleurs spécifiques avec la température et fourni pour elles les premières valeurs précises. On peut dire que c'est depuis leurs travaux qu'on peut calculer avec assez d'exactitude les températures de combustion et c'est là un résultat capital pour bien des études, pour la théorie des explosifs par exemple, ou encore pour celle du chauffage industriel que Le Chatelier a

véritablement révolutionnée en lui permettant de dresser des bilans thermiques corrects en même temps qu'il lui fournissait, avec son pyromètre, un appareil de mesure fidèle. Assurément, toute œuvre de métrologie est perfectible, et les valeurs données par Mallard et Le Chatelier pour les chaleurs spécifiques des gaz ont été corrigées, depuis, par divers physiciens. Mais ces corrections n'atteignent ni l'intérêt des méthodes expérimentales suivies, ni le sens général des conclusions: notamment, la croissance avec la température est confirmée et ce fait est important dans les théories modernes des gaz.

Si le feu est mis en un point d'une masse gazeuse, il se propage à partir de ce point par une flamme. A l'époque même des études de Mallard et Le Chatelier, Berthelot et Vieille montrèrent, par une découverte sensationnelle, qu'il y avait deux sortes de flammes, l'une relativement lente, la déflagration, l'autre très rapide, la détonation ou onde explosive. C'est sur les flammes lentes qu'ont expérimenté Mallard et Le Chatelier, et ils ont mis en évidence des faits essentiels: existence, dans des conditions convenables, d'un régime régulier de propagation à vitesse constante; transformation de ce régime, quand les conditions varient, en d'autres moins simples accélérés ou vibratoires; impossibilité de la propagation en dehors de certaines limites d'inflammabilité ou de déflagration pour lesquelles, comme Le Chatelier l'a montré, seul dans un travail ultérieur, la célérité de la flamme a une valeur finie.

Parmi les méthodes expérimentales mises en œuvre dans ces mémorables recherches, une mention spéciale doit être faite de la méthode d'enregistrement photographique. Mallard et Le Chatelier l'ont employée seulement pour l'étude des déflagrations; elle a été ultérieurement appliquée par Le Chatelier lui-même, à celle de l'onde explosive. Elle a véritablement transformé ce genre de recherches et est aujourd'hui très généralement utilisée par les expérimentateurs qui étudient la propagation des flammes.

Les théoriciens qui s'occupent du même problème suivent, eux aussi, les idées émises par Mallard et Le Chatelier. Dans les phéno-

mènes de propagation de flammes, se combinent les effets des propriétés mécaniques des fluides, élasticité, compressibilité, inertie, et ceux des propriétés physiques et chimiques, pouvoir calorifique, températures d'inflammation et de combustion, conductibilité. On ne pouvait demander à Mallard et à Le Chatelier de dire tout de suite comment se produit l'interaction, très complexe, de ces diverses causes, mais ils ont indiqué les facteurs du problème et insisté notamment sur le rôle capital de la conductibilité dans les déflagrations, de la compressibilité dans l'onde explosive. Avec Berthelot et Vieille, donnant une magnifique extension aux rares études de quelques précurseurs, ils ont véritablement fondé un chapitre nouveau de la Mécanique des fluides qu'on pourrrait appeler l'Hydrodynamique chimique.

Les recherches de Mallard et Le Chatelier sur la combustion des mélanges gazeux ont donné naissance à de nombreux travaux dans tous les pays. Et pour nous rendre compte de la diversité des disciplines auxquelles elles ont rendu service, il nous suffira d'énumérer les catégories de chercheurs qui les ont développées et les développent tous les jours. Ce sont des chimistes qui s'intéressent au mécanisme des réactions, des physiciens qui cherchent, dans les lois des chaleurs spécifiques, des renseignements sur la structure des gaz, des ingénieurs thermiciens qui désirent établir des bilans thermiques exacts pour les fours industriels, des ingénieurs des poudres qui étudient, fabriquent et utilisent les explosifs; ce sont encore tous les travailleurs des laboratoires consacrés aux questions de sécurité dans les mines; ce sont, enfin, tous ceux qui s'occupent du fonctionnement des moteurs à explosion et dont le développement de l'automobile et de l'aviation a singulièrement augmenté le nombre. Il est peu de domaines où la pensée de Le Chatelier ait eu plus de prolongements et dans des directions plus variées.

Pour tous ces chercheurs, les *Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs* restent un livre

fondamental.» Dans ce travail, écrit Nernst, on trouve non seulement les méthodes expérimentales mises en œuvre de la manière la plus brillante, mais encore les fondements théoriques exposés de la manière la plus claire, si bien que, pour le sujet traité, il se présente véritablement comme un Ouvrage classique.» L'opinion unanime du monde savant a ratifié cette appréciation d'un juge particulièrement compétent.

LA MÉTALLURGIE

PAR

M. LÉON GUILLET

Membre de l'Académie des Sciences.
Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,
MESSIEURS LES MINISTRES,
MESDAMES,
MESSIEURS,

Le domaine de la métallurgie a été assurément le plus favorisé par les recherches, les leçons et les écrits de Henry Le Chatelier.

Qu'il s'agisse des réactions métallurgiques, du chauffage et du rendement des fours, ou plus spécialement des produits eux-mêmes, des alliages, de leur constitution, de leurs propriétés, partout l'influence du savant éminent, du professeur émérite, de l'écrivain si précis s'est fait remarquablement sentir, non seulement en France, mais aussi dans les pays étrangers.

Ici, ce sont les applications des grands principes, la plupart établis par lui-même, qui éclairent les procédés métallurgiques et conduisent à les perfectionner, après étude faite au laboratoire de certaines réactions reversibles.

Là, l'étude de la combustion et de la récupération, les déterminations des chaleurs spécifiques, des températures et des chaleurs de combustion, l'aide considérable apportée par la pyrométrie industrielle, créée par lui, permettent d'établir les bilans calorifiques des appareils métallurgiques, d'améliorer leur marche et le rendement des combustibles.

Mais c'est surtout dans les recherches sur les alliages que Henry Le Chatelier a été vraiment un chef d'école.

Simplifiant tout d'abord les méthodes et toute la technique de la métallographie microscopique, lui permettant ainsi de franchir les laboratoires de recherches pour entrer dans les laboratoires industriels, donnant la solution universellement admise du microscope spécial, appliquant, souvent avec de nouveaux appareils, l'analyse thermique, la dilatométrie, les mesures de résistance électrique et d'autres méthodes physiques à la constitution des alliages, précisant les essais mécaniques, tels ceux donnant la dureté et la résistance au choc, forçant enfin l'attention des savants et des industriels sur la nécessité de l'union de la science et de l'industrie, du laboratoire et de l'usine, Henry Le Chatelier a été assurément la personnalité qui a eu, dans le monde entier, l'influence la plus marquée et la plus heureuse sur l'évolution de la métallurgie entre 1885 et 1936.

Avec cette clarté de l'esprit, que l'on retrouvait dans son regard si

pénétrant, avec cette élégance de langage qui rend si attrayants ses livres et ses notes, il est le premier à exposer la théorie des alliages, alors qu'il allait retrouver dans les écrits inconnus de Gibbs la loi des phases; dès 1897, il réunit, dans une étude aujourd'hui classique, l'ensemble des phénomènes relatifs à la trempe, montrant le jeu capital de la formation de solution solide qui, existant à température élevée, laisse déposer au refroidissement des constituants divers; il parvient ainsi à la définition de la perlite.

Cherchant toujours la traduction des phénomènes par des relations mathématiques, il fut l'un des premiers à tracer les liquidus d'alliages et, lorsqu'apparurent les diagrammes fer-carbone de Robert Austen et de Roozeboom, il y apporta des corrections de la plus grande importance et indiqua l'existence de deux diagrammes superposés devenus aujourd'hui classiques.

Que ce soit dans son cours de l'École nationale supérieure des mines, dans son enseignement du Collège de France ou dans celui de la Sorbonne, la métallurgie scientifique retenait, à l'abri des lois et des théories générales, une grande partie de l'attention de ses auditeurs.

Parmi ses livres, ceux sur les équilibres chimiques, le carbone, l'introduction à l'étude de la métallurgie, la silice et les silicates, et celui intitulé Science et Industrie, montrent les mêmes heureuses préoccupations, dont les industries métallurgiques et mécaniques surent largement profiter.

La bibliographie de son œuvre magnifique indique: 635 ouvrages, mémoires, notes ou rapports. Près des trois quarts sont consacrés à la métallurgie. D'ailleurs, son premier travail datant de 1874 et publié dans les Annales des Mines traite de la fabrication des fontes manganésées et phosphoreuses en Belgique, et sa seconde Note à l'Académie des Sciences, présentée par Daubrée, recherche l'origine du nerf dans le fer puddlé.

Dès 1893, il créa à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, dont il fut l'un des présidents les plus marquants, un Comité d'étude des alliages; les travaux de ce Comité demeurent classi-

ques ; en 1895, il prit une part importante à la fondation de l'Association Internationale des Méthodes d'Essais, et en 1901 il présida à la naissance de la section française de cette Association.

Avec cette énergie que tous nous avons admirée, et qu'il a gardée toute sa vie durant, Henry Le Chatelier, qui défendait ses idées avec persistance, parfois avec une certaine âpreté, voulut faire mieux encore et, en 1904, au milieu de multiples difficultés, assez vite vaincues, il créa la *Revue de Métallurgie*, sous les auspices de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale et du Comité des Forges de France. Son but était essentiellement de mettre à la disposition des ingénieurs une documentation étendue et de faire pénétrer dans les usines les principes scientifiques et les méthodes d'essais les plus modernes ; c'est notamment par cette publication qu'il put vulgariser les travaux de Taylor.

De cette Revue, qui demeurera toujours sienne, il fut le directeur actif durant seize années, il en resta le bienfaisant inspirateur jusqu'au jour de sa mort; car, jusqu'au 17 septembre, alors qu'il allait s'éteindre au milieu de sa nombreuse famille, dans sa propriété de Miribel-les-Echelles, d'où l'on domine le massif de la Grande Chartreuse, Henry Le Chatelier conserva sa productive activité, se dévouant jusqu'au dernier moment à sa belle famille, à la science, à son pays. Dans une dernière et splendide étude, terminée le 16 septembre, il attira l'attention, comme en un testament, sur l'importance de la valeur morale des hommes.

Tous ceux qui ont approché Henry Le Chatelier, plus particulièrement ceux qui, durant de longues années, ont eu l'honneur et la joie d'être ses collaborateurs, tiennent à dire tout ce qu'ils doivent non seulement au savant, au professeur, mais aussi au bienveillant ami, qui a suivi et protégé la carrière de nombreux élèves et leur a communiqué un peu de cette magnifique flamme qui l'animait et de cette valeur morale qui en faisait — autant que sa science — un grand, un très grand Français.

ADRESSE DE LA SECTION DE CHIMIE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR

M. GEORGES URBAIN

Membre de cette Académie.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,
MESSIEURS LES MINISTRES,
MESDAMES,
MESSIEURS,

L'Académie des Sciences se devait, en cette séance solennelle, de rendre hommage à celui qui fut l'un des plus éminents des siens.

Savant illustre, professeur et ingénieur hors pair, Henry Le Chatelier demeurera dans la mémoire des hommes comme une figure exceptionnelle de tous les temps, et des plus caractéristiques de celui-ci.

J'aimerais parcourir et analyser l'œuvre à laquelle il a consacré les efforts d'une vie intellectuelle puissante et des plus actives. Nous pourrions y saisir et situer dans leur cadre les qualités très particulières de ses facultés créatrices, l'originalité d'un esprit qui fut à la fois critique et fécond. Des chimistes de tous temps et de toutes nations, Henry Le Chatelier fut le seul de son genre. Il ne fut l'imita-

teur de personne; il a tout tiré de son propre fond. Peut-être quelques particularités de son caractère rappellent Sainte-Claire-Deville qui fut son maître. Comme homme de science, comme ingénieur, il se rapproche cependant davantage de Sadi Carnot le fondateur de la thermodynamique, dont il avait étudié l'œuvre passionnément.

Ce sont ses recherches sur les *Équilibres Chimiques*, parus en 1888, qui, dans le monde savant tout entier, ont assuré sa célébrité. De l'œuvre de Carnot et de celle de Sainte-Claire-Deville, il présentait alors une magnifique synthèse qui portait sa marque personnelle et qui offrait des bases à la science alors toute nouvelle, la Thermodynamique Chimique, qui, à cette époque, cherchait ses voies.

Dans l'histoire de la Chimie théorique, le travail de Le Chatelier marque un moment décisif. A cette science, rébarbative en ses balbutiements, il substitue une science claire, accessible aux chimistes ayant une culture générale, et surtout aisément applicable.

Intuitivement il pose un principe nouveau qui généralise à tous les cas possibles, des théorèmes très particuliers dûs tant à Van't Hoff qu'à Moutier. Cette généralisation audacieuse a pu être reliée logiquement au principe fondamental de Carnot. Mais longtemps il n'en fut pas ainsi; et d'ailleurs en se subordonnant à un principe plus général, le principe de Le Chatelier qui joue en chimie le rôle que joue en mécanique le principe de l'inertie, n'a rien perdu de son intérêt et de sa valeur.

Ce principe domine aujourd'hui la science chimique tout entière. Il est classique et assure à son auteur une gloire universelle. Il faudrait passer en revue non seulement toute la chimie pure, mais encore toute la Chimie industrielle pour rendre compte de l'importance extraordinaire de la généralisation grandiose de Le Chatelier.

Une telle découverte éclipse toutes les autres; elle met le nom de Le Chatelier sur le plan réservé aux plus grands inventeurs français dans le domaine des sciences chimiques, Lavoisier, Jean-Baptiste Dumas, Wurtz, Sainte-Claire-Deville, Pasteur, Berthelot, Le Bel, Grignard.

Tel est le plus grand éloge que l'on puisse faire du Chimiste prestigieux que fut Henry Le Chatelier.

Les difficultés qu'il a rencontrées pour le triomphe de ses idées sont celles que rencontrent inévitablement les véritables novateurs. Il en a su triompher grâce à son enseignement et principalement son enseignement de Sorbonne où il devait faire école.

École très vaste où l'on doit compter non seulement les privilégiés qui œuvrèrent sous sa direction, mais encore tous ceux — et il faudrait compter presque tous les Chimistes actuels de France — qui suivirent ses leçons ou qui furent les lecteurs de ses traités didactiques tels que les Leçons sur le carbone, et les Leçons sur la silice et les silicates.

Le Chatelier eut l'audace de soutenir en Sorbonne, temple de la science pure, que celle-ci doit être considérée comme la préface de la science industrielle. Cette hardiesse — toute naturelle pour lui — eut les effets les plus heureux à une époque où se développait l'Industrie Chimique qui devait absorber la plupart des étudiants de Chimie des Facultés.

Il estimait que toute recherche scientifique ne devait être entreprise qu'en vue de possibles applications. A cet égard il se recommandait de Lavoisier dont les immortels travaux sur la combustion (travaux qui devaient révolutionner la science chimique) avaient été entrepris en vue d'améliorer l'éclairage par les Chandelles.

Cette manière de voir, qu'il exposait *ex cathedra*, prouve surtout que Le Chatelier avait une formation d'ingénieur et qu'il s'intéressait principalement à l'art de l'ingénieur.

Ce qui est remarquable, c'est qu'avec de telles idées il ait réussi mieux que quiconque dans le domaine abstrait de la science pure. Et nous pouvons juger par là de la valeur de ses dons intellectuels.

Sa double personnalité, celle du savant pur, et celle de l'ingénieur ont fait de Le Chatelier un homme tout à fait exceptionnel et bien caractéristique de notre temps où la science pure et ses applications ont transformé la civilisation de fond en comble.

C'est à Henry Le Chatelier que l'Académie des Sciences doit d'avoir créé une section de Science industrielle. Cette innovation était, on en conviendra sans peine, fort opportune à notre époque. Le Chatelier est celui qui aura changé quelque chose à l'Académie, et ce n'est certainement pas là un titre banal. Pour y réussir il fallait que Le Chatelier ait sur ses confrères l'ascendant que l'on ne marchande jamais au génie.

Le Chatelier n'est plus, mais sa grande figure nous restera longtemps familière et toujours respectée. Quant à son œuvre, elle se poursuit, elle se poursuivra longtemps, toujours dans les laboratoires. C'est là le privilège des savants de génie. L'œuvre de Le Chatelier, parce qu'elle sera continuée par les générations, est éternelle.

LE CHATELIER ET LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

PAR

M. ÉMILE PICARD

de l'Académie Française,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Montaigne a écrit dans ses Essais : « C'est un grand ornement que la science et un outil de merveilleux service ». Les uns trouvent en effet dans la science la satisfaction de la curiosité jamais lassée, qui est l'honneur de l'esprit humain ; d'autres s'attachent surtout aux ap-

plications variées, dont est susceptible le merveilleux service. Henry Le Chatelier était de ces derniers. Il avait appris de bonne heure dans le Discours de la Méthode de Descartes, que la connaissance de quelques principes généraux de physique doivent nous rendre, suivant l'expression du philosophe, comme maîtres et possesseurs de la nature; il ne pensait pas que l'art de découvrir, comme disait Fontenelle, est plus précieux que la plupart des choses qu'on découvre. Cinquante ans après Descartes, Huyghens, envisageant le double objet de la Science, disait d'elle: « Utilité pratique pour le genre humain, et aussi fondement pour bâtir une philosophie naturelle, dans laquelle il faudra procéder de la connaissance des effets à celle des causes ».

Ces souvenirs historiques montrent assez les difficultés qu'il y a à définir la science, difficultés sur lesquelles, se plaçant d'ailleurs à un autre point de vue, insistait Le Chatelier au début du volume, si vivant et si personnel, qu'il publiait l'année dernière sur la méthode dans les sciences. La notion de cause, dont parlait Huyghens, est complexe, et dépend des concepts que nous formons pour édifier nos théories.

Ainsi au 17^{me} siècle, Newton était en Optique partisan de la théorie de l'émission, tandis que Huyghens développait celle des ondulations. Aujourd'hui, des physiciens raisonnent sur les photons et les ondes qui les accompagnent, pendant que des physico-chimistes, pénétrant à l'intérieur de l'atome, comptent les charges électriques de son noyau autour duquel circulent des électrons planétaires. D'autres savants cependant, moins soucieux de pénétrer dans le détail des phénomènes, se proposent seulement de rechercher des relations entre grandeurs dont on ne discute pas la nature intime, quelques-uns étant même tentés de penser avec Pascal « Il faut dire en gros, cela se fait par figure et mouvement, car cela est vrai; mais de dire quels et composer la machine, cela est ridicule et incertain et pénible ».

Quelque idée que l'on se fasse d'une théorie physique, l'étude des énergies mises en jeu joue un rôle capital dans les explications scien-

tifiques. Cette science de l'énergie, ou énergétique, a trouvé son origine dans le mémoire, paru en 1824, de Sadi Carnot, précurseur génial, qui, comme en témoignent ses notes posthumes, connut les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique, et détermina même l'équivalent mécanique de la calorie. Le Chatelier fut un des premiers à reprendre les points de vue de Sadi Carnot, en partant de la notion de puissance motrice, c'est-à-dire de l'aptitude de chaque phénomène à exercer une action sur le monde extérieur. Les principes de l'énergétique ont été pour lui un guide sûr dans l'étude des équilibres chimiques; ils lui ont permis de prévoir le sens du déplacement de ces équilibres sous diverses influences, et d'en déduire de nombreuses conséquences, ensemble de recherches qui lui fait grand honneur.

Dans maintes parties de la science, le besoin se fait sentir de mesures de plus en plus précises. C'est ce que Le Chatelier a compris dès ses premiers travaux. Il faisait sienne cette pensée du grand physicien anglais, Lord Kelvin : « Si vous pouvez, disait celui-ci, mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet. Si non, vos connaissances sont bien peu satisfaisantes ». En fait, plus une science se développe, plus on y voit grandir le rôle du nombre, et une bonne mesure a souvent décidé du destin d'une théorie. Aussi Le Chatelier a-t-il créé ou perfectionné de nombreux instruments; on lui doit en particulier, pour la mesure des températures, un pyromètre optique et un pyromètre thermo-électrique avec couple de platine-rhodié.

Le Cartésien qu'était Le Chatelier est revenu souvent sur certains préceptes du Discours de la Méthode, particulièrement sur celui de la division des difficultés. Il écrivait récemment: « On dit que le précepte de la division est un lieu commun. Oui et non; il est bien connu, mais rarement appliqué par les ingénieurs dans l'industrie. Quand il s'agit de rechercher des améliorations à un procédé de fabrication, on change tout à la fois dans le vain espoir d'arriver plus vite à la solution désirée. C'est encore bien pis en économie politique ». On

sait en quelle estime Le Chatelier tenait l'ingénieur américain Taylor, inventeur du système qui porte son nom. D'une manière générale, il voulait pour toute production industriellle une organisation en accord avec les dernières données de la science. Il en a fourni lui-même des exemples mémorables, notamment en utilisant ses recherches théoriques sur les solutions dans ses célèbres travaux sur les alliages métalliques, qui font de lui un des principaux créateurs de la métallurgie scientifique.

L'activité d'esprit de Le Chatelier était prodigieuse. Il aimait à discuter les travaux que l'on lui soumettait, donnant toujours avec netteté, parfois avec quelque vivacité, son opinion. Il avait beaucoup réfléchi sur les questions d'enseignement; dans ses nombreux écrits sur l'influence de la science dans l'industrie et son introduction dans l'usine, on trouve maintes pages dignes de devenir classiques.

Les questions morales et les questions sociales n'intéressaient pas moins Le Chatelier que la science et la technique. On ne lit pas sans émotion la brochure intitulée « *La Morale et les Affaires* », dont il écrivait les dernières pages quelques jours avant sa mort. Il voulait bien admettre que l'immoralité n'est pas plus grande aujourd'hui que dans les siècles passés, mais il montrait avec force que les conséquences en sont devenues singulièrement plus graves pour la vie économique par suite du développement considérable de l'industrie moderne. Il ne se dissimulait pas les difficultés que l'on rencontre pour donner de l'autorité aux principes de la morale économique. Ses sympathies semblaient aller pour cet objet aux ententes entre industriels d'un même groupement, dont il trouvait d'heureux exemples à l'étranger.

Telle fut la vie admirablement remplie de l'illustre savant et de l'éminent ingénieur dont la mémoire nous restera chère. Chez Henry Le Chatelier, le caractère était à la hauteur de l'intelligence; en toutes circonstances il montrait une grande liberté et une grande indépendance d'esprit. Il a honoré les nombreuses fonctions qui lui furent confiées et il a bien servi notre pays.

CÉRÉMONIE DE REMISE

A

M. ÉMILE PICARD

de l'Académie Française

Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences

DE LA MÉDAILLE D'OR

DE L'INSTITUT MITTAG-LEFFLER

A L'INSTITUT DE FRANCE

le mardi 6 juillet 1937.

PAROLES DE BIENVENUE

PRONONCÉES A L'OUVERTURE DE LA SÉANCE

PAR

M. EMMANUEL LECLAINCHE

Président de l'Académie des sciences

MONSIEUR LE MINISTRE (1),

Notre Compagnie est heureuse de saluer l'Ambassadeur d'une Nation qui a exercé, par ses Savants et par ses Littérateurs, une puissante influence sur notre culture; elle remercie Votre Excellence d'avoir bien voulu, par sa présence, associer son Pays à cette célèbration.

(1) M. E. Hennings, envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire de Suède à Paris.

Nous sommes fiers de l'hommage rendu à l'un des nôtres par la savante Institution de Stockholm, représentée ici par l'un de ses Membres les plus éminents. Nous adressons à M. le Professeur Carleman nos souhaits de cordiale bienvenue et nous le prions de transmettre à ses Confrères de l'Institut Mittag-Leffler l'expression de notre haute considération et de notre vive sympathie.

Mesdames, Messieurs, notre solidarité académique est telle que nous sommes accoutumés à considérer les succès ou les triomphes de chacun de nos Confrères comme un accroissement de notre patrimoine commun. Ce sont là peut-être des tendances communistes. Croyez bien qu'elles ne menacent point l'ordre social : nous ne convoitons pas le capital intellectuel des riches et, d'ailleurs, il n'est point chez nous d'indigents.

Notre joie est complète alors que de hautes distinctions échoient à nos Secrétaires perpétuels, dont la sollicitude et le dévouement ne peuvent être récompensés que par notre gratitude et notre attachement.

M. Émile Picard n'est pas seulement pour nous le chef illustre et vénéré de l'École mathématique française; il continue la tradition des philosophes et des écrivains qui, depuis Descartes, affirment dans le monde le génie de notre race, et nombre d'entre nous apprécient d'autant plus cette manifestation de sa pensée que seule elle leur est accessible.

Je veux associer à l'honneur qui lui est fait et aux éloges qui vont lui être décernés tous ses Confrères de l'Académie des sciences, en le priant d'agréer le témoignage de leur cordiale et respectueuse affection.

DISCOURS

DE

M. TORSTEN CARLEMAN

Directeur de l'Institut Mittag-Leffler

MESDAMES,

MESSIEURS,

L'Institut mathématique Mittag-Leffler a aujourd'hui vingt ans d'existence, et dix ans se sont écoulés depuis la mort de son Fondateur.

Il est prescrit dans les Statuts, que l'Institut doit décerner des prix pour les découvertes qui constituent une source nouvelle et importante de progrès futurs pour la Science; le prix consiste en une grande Médaille d'or, d'éxécution artistique et en un Diplôme; il y sera joint une collection complète des « Acta Mathematica » en belle et solide reliure sur laquelle le nom du Lauréat sera inscrit.

Jusqu'ici ces prix n'ont jamais été distribués. L'an dernier, la Direction de l'Institut Mittag-Leffler, c'est-à-dire la Section Mathématique de l'Académie des sciences de Suède, a pris la décision de distribuer en même temps deux prix. Nous n'avons pas hésité, dans le choix des plus illustres représentants des Sciences mathématiques: les lauréats élus sont Monsieur Picard, de Paris et Monsieur Hilbert, de Göttingen.

Le rang éminent de ces deux illustres Mathématiciens nous a décidés à réaliser pour cette fois, une exécution des Médailles comportant l'effigie des Lauréats. Cette exécution a été assurée par Mon-

sieur Lindberg, professeur à l'Académie des Beaux-Arts de Stockholm, Correspondant de l'Institut de France.

Cher Monsieur Picard, Cher Maître,

Nous sommes infiniment honorés de l'aimable accueil que vous avez réservé à notre proposition.

Devant un auditoire de Mathématiciens, il est inutile de rappeler l'œuvre fondamentale que vous avez accomplie dans le domaine des Sciences mathématiques. Et devant un auditoire de non Mathématiciens, il l'est peut-être encore plus, pour une autre raison que vous comprendrez sans peine. Il est donc nécessaire que je me borne à quelques indications.

Vos travaux sur la « théorie des équations différentielles et fonctionnelles » et sur les « fonctions algèbriques » ont renouvelé ces parties de la Science mathématique. Vos livres incomparables ont éveillé dans le monde entier l'amour et l'enthousiasme pour les recherches mathématiques. Le célèbre théorème de Picard est un chef-d'œuvre d'imagination, de rigueur et d'élégance qui brillera toujours comme une étoile de première grandeur.

Nous savons que nous ne pouvons rien ajouter à votre gloire, mais je vous prie, au nom de l'Institut Mittag-Leffler d'accepter ce prix comme un témoignage de la profonde vénération et de la vive reconnaissance des Mathématiciens suédois.

Veuillez me permettre de vous lire l'adresse officielle que je suis chargé de vous remettre:

« L'Institut Mittag-Leffler agissant en vertu des droits qui lui sont conférés par ses statuts, a, le 9 juin 1937, décerné sa grande Médaille d'or à M. Émile Picard, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, à Paris, en hommage pour ses découvertes importantes qui constituent d'immenses progrès pour les Sciences mathématiques.

Djursholm, le 9 juin 1937. »

Ont signé: « A. WIMAN, Président du Comité de Direction de l'Institut Mittag-Leffler », et « T. CARLEMAN, Directeur de l'Institut Mittag-Leffler. »

Cher Monsieur Picard,

Veuillez recevoir, de la main du Ministre de Suède à Paris, la Médaille et l'Adresse qui vous sont destinées. Vous recevrez plus tard la collection des « Acta Mathematica ».

PAROLES PRONONCÉES

PAR

M. EINAR HENNINGS

Envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire de Suède à Paris.

Après l'allocution de M. Carleman, permettez-moi, Monsieur Picard, d'exprimer au nom de mon Gouvernement notre profonde admiration pour la magnifique œuvre scientifique que vous avez accomplie, œuvre par laquelle vous vous êtes classé comme un des mathématiciens les plus illustres du monde entier. C'est donc pour moi un grand honneur de servir à cette occasion comme intermédiaire, en vous priant de bien vouloir accepter ici la distinction honorifique que l'Institut Mittag-Leffler a tenu à vous conférer ainsi que l'adresse qui accompagne cette distinction.

DISCOURS

DE

M. GASTON JULIA

Membre de l'Académie des Sciences.

AU NOM DES ÉLÈVES DE M. ÉMILE PICARD.

MONSIEUR LE MINISTRE,
MESDAMES,
MESSIEURS,
MON CHER MAITRE,

J'étais seul, l'autre soir, dans mon jardin de Versailles, quand, à la nuit tombante, un grand oiseau blanc se posa près de moi. Je reconnus un vieil ami, rencontré au Skansen, ce parc où l'intelligente Suède a fixé en vivante marqueterie, la variété de ses provinces. C'était bien lui, le jars Martin, qui, dans un voyage mémorable chanté par Selma Lagerlöf, promena Nils Holgersson au-dessus de la Suède. Retiré des affaires après cet exploit, il avait été, comme chacun sait, désigné sur la proposition d'Akka, pour représenter au Skansen les oies, sauvages et non sauvages, de toute la Suède. N'avait-il pas suivi partout la bande d'Akka, sans défaillance, quoique sans préparation, lui, le jars domestique? Mon ami Martin, en vrai jars de Scanie, n'est pas bavard. Et puis il respecte les hommes, il attend qu'on l'interroge.

— Que fais-tu par ici, vieil ami, si loin de ton Skansen?

— Eh! bien, voilà. Je viens de déposer dans la grande ville, tout près d'ici, notre ami le Scanien blond, celui avec lequel tu te prome-

nais au Skansen, lorsque nous nous sommes rencontrés. On est venu, l'autre jour, me dire qu'il fallait un courrier sûr, un courrier bien suédois, pour une mission de confiance. Je n'ai pas très bien compris de quoi il s'agissait; je ne suis pas subtil. Mais tu sais que je suis toujours prêt à rendre service lorsqu'on vante la force de mes ailes. J'ai chargé « Pa Torsten », et en route. De sa baguette, Pa Torsten me guidait. Tu sais qu'il n'est pas bavard. Mais, quand il est seul, il parle, et on le comprend quelquefois, bien qu'il soit un peu sorcier, comme les tomtes. Tant que nous avons survolé son pays, il l'a contemplé sans dire mot, tout comme Nils. Puis nous avons survolé la mer, puis des dunes, des bois, des plaines, puis un pays riant qu'arrosent des rivières multiples.

Alors, Pa Torsten s'est animé. « Nous arrivons, vieux frère, nous sommes en France ». Regarde bien. Le Maître que nous allons saluer est le créateur d'un de ces vastes domaines que tu vois. Regarde ce fleuve d'argent. Là-bas, près de la source, ce bois peuplé de chênes solides, fils du chêne majestueux, qui les domine tous et où les oiseaux du ciel font leur nid. Suis l'eau. Regarde maintenant ces champs où le blé et la prairie, la vigne et l'olivier se répondent harmonieusement, ces champs baignés et fertilisés par les méandres du fleuve. Nous approchons. Regarde le verger et le potager, et le jardin à la française, près de la maison. Regarde aussi son parc, et vois ce vieillard qui en sort. Il va vers la maison. L'âge et la méditation ont courbé ses puissantes épaules. C'est lui que nous venons saluer, c'est à lui que je viens offrir l'hommage des Savants de Suède. Mon ami, descendons. »

— Ainsi parlait Pa Torsten dans sa transe. Mais tout cela, ce doit être de la magie et je viens à toi, ami de « Pa Torsten », pour que tu me rassures. Car je t'avoue qu'en planant au-dessus du pays qui envoûta mon maître, je n'ai rien vu qui ressemblât à ce qu'il disait; j'ai seulement vu, à l'arrivée, un palais au bord d'un grand fleuve, au milieu d'une ville immense. Quel est ce sortilège? La fièvre de ce pays enchanteur a-t-elle saisi mon maître? Parle.

— Tu dis, Martin, que le maître du domaine était un vieillard aux épaules puissantes. Pa Torsten a-t-il parlé de son regard indéfinissable, tantôt net et fouilleur comme celui d'Akka lorsqu'elle surveille l'horizon, tantôt perdu dans le rêve? A-t-il dit cela?

— Bien sûr et beaucoup d'autres choses encore, mais cela il l'a dit.

— Alors, ami Martin, tu peux être tranquille, Pa Torsten est en bonne et haute compagnie. Le beau domaine et le maître du domaine existent parfaitement. Mais toute cette histoire est affaire d'hommes et non de jars. C'est affaire d'hommes un peu poètes et, comme tu sais, d'espèce un peu singulière, comme est Pa Torsten lui-même, affaire d'hommes à craie et tableaux noirs. Ils sont inoffensifs, et celui que Pa Torsten vient saluer, est le meilleur de ces hommes. Sois en paix, il ne sera fait aucun mal à ton maître.

— J'ai ta parole, ami des gens de Suède. Au revoir.

*
* *

Et le jars s'envola. Et je me retrouvai au milieu du jardin, mais non pas seul. Autour de moi affluait la compagnie invisible des souvenirs, que le récit du jars inquiet avait fait lever dans tous les coins de ma mémoire.

Car, en mon âme, j'avais reconnu le maître du domaine magique qui enchantait mon ami scandinave. Je le revoyais, tel qu'il m'apparut au printemps de 1912, il y a par conséquent 25 ans, lorsqu'il jaillit de la petite porte de l'amphithéâtre Le Verrier à la Sorbonne. L'amphithéâtre était comble. On s'y entassait déjà une demi-heure avant l'ouverture du cours. Les derniers arrivés prenaient place sur les gradins, à même le sol. A la demie de dix heures, le maître parut, et d'un pas décidé gagna la chaire, sur laquelle il posa les feuillets qu'il tenait en main. Il était grand et fort, carré d'allure, à peine grisonnant. Il nous regarda d'un œil vif et mobile derrière le lorgnon. Il prit possession de nous.

Dans le silence, sa voix s'éleva; un peu frêle, mais prodigieusement nette. Et il entreprit un aperçu de l'objet du cours. Quelle révélation pour nos jeunesses et nos inexpériences! Vous parliez cette année-là, mon cher Maître, des séries de Fourier et de leurs généralisations. Bien sûr, nous étions des novices, mais déjà dégrossis par vos Collègues de la Sorbonne et de l'École Normale. Cependant, nos pauvres connaissances, que pesaient-elles devant cette vision qui tenait un vaste sujet sous son regard? Débordés, nous l'étions sans conteste, mais vous nous montriez d'emblée les repères auxquelles il fallait s'accrocher. La route serait longue, mais vous marquiez d'avance les étapes, et, à les envisager, nous nous sentions prêts à vous accompagner très loin. L'heure passa bien vite, et l'amphithéâtre se vida. Je vous fais grâce des commentaires de nos anciens et des discussions passionnées qu'un tel programme suscita chez nous. Bien que bousculés au début, et raillés par nos anciens, nous, pauvres conscrits, nous vous fûmes fidèles. Et nous prîmes goût à votre façon d'enseigner, de haut, en éclairant les perspectives, de jeter d'emblée en avant l'idée essentielle, laissant les «epsilon» s'ordonner ensuite sans difficulté. Partis avec Laplace, Dirichlet, Jordan, nous rencontrâmes Riemann. Puis ce furent les développements de la physique mathématique, et les séries de fonctions orthogonales. A la fin de l'année, nous savions, par vous, ce que c'est que de survoler un paysage mathématique.

Les années passèrent et vos jeunes auditeurs continuèrent à vous suivre. L'amphithéâtre Le Verrier était toujours plein. Les sujets les plus variés défilaient. Bien sûr, il vous arrivait d'exposer quelques-uns de vos propres travaux. Mais toujours, dans un exposé où ils se fondaient harmonieusement avec les travaux de vos prédécesseurs, de vos émules, et même de vos élèves. De grandes leçons en ressortaient pour qui vous suivait régulièrement: la continuité du développement scientifique, son unité dans la variété, la nécessité de la culture, la nécessité des larges vues d'ensemble, permettant de met-

tre chaque chose à sa place et de faire la part de l'acquis et de l'inconnu.

*
* *

Mais, si puissante qu'ait été l'imprégnation que nous recevions de vos leçons orales, et de l'étude de votre passionnant « Traité d'Analyse », elle n'était qu'une partie de ce que nous apporta la fréquentation de votre œuvre. Par elle, vous comptez des élèves et des admirateurs dans le monde entier, comme le prouve cette médaille que l'École Scandinave vous remet aujourd'hui.

Pour tenter de caractériser une œuvre comme la vôtre, je ne vois rien de mieux que de la comparer à l'un de ces vastes domaines, harmonieusement groupés autour d'un parc et d'une maison de chez nous, au bord d'un beau fleuve. Je le vois ce domaine, comme, en son rêve lucide, Pa Torsten le voyait. Là-bas, près de la source du fleuve où je lis le cours de votre vie, une forêt de chênes issus d'un chêne géant qui les domine tous: c'est le théorème de Picard sur les fonctions méromorphes, père d'une foule de théorèmes groupés dans ce que les Allemands appellent « Der Picardsche Kreis ».

Descendons le fleuve. Ces plaines où alternent le blé et la prairie, ces côtes baignées de soleil où alternent la vigne et l'olivier, ce fécond paysage que nourrissent l'eau et le limon du fleuve, que moissonne toute une armée de travailleurs, c'est le vaste ensemble de vos travaux sur les solutions des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles, sur leur détermination par des conditions aux limites, avec des applications précises et fructueuses aux équations de la physique mathématique, ensemble qui s'ordonne autour de votre « méthode des approximations successives ».

Nous approchons de la maison. Voici le verger ensoleillé, voici le potager bonhomme, tous deux bien vastes pour des tempéraments moins puissants que le vôtre; voici le beau jardin à la française. J'y reconnais les recherches sur les groupes des Équations différentiel-

les, où vous étendez la théorie de Galois relative aux équations algébriques. J'y aperçois vos recherches arithmétiques sur les formes d'Hermite indéfinies à coefficients entiers. J'y reconnais enfin cette théorie des fonctions algébriques de 2 variables, si obscure et si difficile avant vous, devenue claire lorsque, l'orientant en de nouvelles voies, vous y avez apporté le fil directeur en étudiant les intégrales de différentielles totales et les intégrales doubles attachées aux surfaces algébriques.

Voici enfin le parc qui abrite la promenade et la méditation, la maison qui abrite le recueillement du philosophe et de l'historien des sciences.

Vous voyez, mon cher maître, que si Martin n'avait pas compris, « Pa Torsten » avait vu juste: Un vaste domaine, harmonieusement distribué autour d'un beau fleuve d'argent.

*

* *

Ceux qui ont eu le privilège de suivre vos cours de la Sorbonne et ceux qui vous connaissent par l'étude de votre œuvre, tous sont unanimes à louer la justesse de votre coup d'œil et l'ampleur de vos vues mathématiques. Ils savent que vous ne rejetez a priori aucune nouveauté, parût-elle un instant hasardeuse, pourvu qu'elle vous paraisse solidement établie sur une preuve rigoureuse, pourvu qu'elle ne se ramène pas à un simple changement des notations, pourvu aussi qu'elle soit riche de contenu virtuel et de possibilités futures dont vous exigez au moins une manifestation immédiate, faisant confiance à l'avenir pour le reste; pourvu enfin qu'elle puisse s'intégrer au corps sain de la mathématique vivante; car vous vous méfiez de la magie des mots, vous avez horreur des ensembles « vides » et vous n'avez aucun goût pour la tératologie. Et lorsque l'innovation vous paraît réelle, vous n'êtes jamais des derniers à l'adopter et même à l'enrichir.

Des exemples précis en témoignent. Rappelons l'accueil bienveillant que vous avez réservé aux premières notes de M. Lebesgue, d'allure quelque peu révolutionnaire pour l'époque. Qu'on songe aussi à la fameuse lettre de Stieltjes à Hermite. Stieltjes vient d'établir un théorème nouveau dont les répercussions, il le pressent, seront fécondes; il doute de la vérité du théorème et cependant sa démonstration lui paraît irréprochable; troublé, il sollicite votre jugement dans les termes que voici: «je serais heureux si quelqu'un voulait examiner la démonstration; peut-être Monsieur Picard qui a le coup d'œil si facile et si juste voudrait-il s'en charger et me dire ce qu'il en pense.» Quand enfin Fredholm donne son essor à la théorie des équations intégrales, en quelques notes concises vous lui ajoutez au moins 2 résultats fondamentaux sur l'équation intégrale de première espèce et sur les équations singulières.

Ampleur et netteté de l'esprit, profonde honnêteté intellectuelle se marquent même à travers un style si précis, qu'au dire de notre excellent Secrétaire Perpétuel M. A. Lacroix il s'est trouvé au fond de l'Asie un chinois pour répondre à un compliment sur son impeccable français, qu'il avait été «l'élève de M. Picard» et que ce seul fait expliquait tout.

Ce souci que vous avez de ne parler qu'en connaissance de cause, et qui a entraîné souvent loin des mathématiques une ardeur d'apprendre que le temps n'a pas affaiblie, ce n'est qu'un aspect de votre caractère et non le moindre, c'est un immense souci de vos responsabilités, un immense souci d'être juste et de mettre chaque chose et chacun à sa place, parce que, intégrant dans votre vie le mot de Fourier suivant lequel l'algèbre n'a pas de signes pour les notions confuses, vous avez l'horreur de l'à peu près et du laisser aller.

*
* *

Avec ce tempérament de lutteur qu'on vous reconnaît, vous auriez pu vous faire des ennemis. Mais votre souci d'équité et la justesse de votre coup d'œil vous en ont préservé et vous avez beaucoup

de vrais amis. Ayant reconnu la noblesse de votre caractère et, aussi parce que vous ne vous trompez pas souvent, tous s'inclinent devant votre jugement et reconnaissent l'influence légitime que vous exercez sur la Science contemporaine. Le haut témoignage d'estime qui vous est décerné aujourd'hui en serait une nouvelle preuve, si la preuve n'en avait été depuis longtemps surabondamment distribuée.

Un esprit de cette envergure, un caractère de cette trempe, auraient pu, s'ils ne s'accompagnaient d'un cœur excellent, vous faire verser dans quelque sécheresse; on a reconnu depuis longtemps qu'il n'en est rien; et les candidats à la licence ne l'ignoraient pas. Là, comme ailleurs, vous ne cherchiez pas « la petite bête ». Mais vous exigiez qu'on ait bien compris les principes et vous vous plaisiez à faire parcourir de haut les chapitres du cours; pour le détail, indulgence et bienveillance, sans faiblesse.

Vint une période de votre vie, où les plus durs sacrifices vous furent demandés, où, de coups répétés, votre cœur fut meurtri. Le Français que vous êtes les reçut debout, sans faiblir, se penchant, au privé, sur les misères nées de la guerre, réconfortant ceux qui avaient besoin de réconfort.

Vous rappelez-vous, mon cher Maître, certain lieutenant que vous avez abordé bien timidement, un jour de 1915, à la devanture d'un libraire de la rue d'Assas. Il vous avait ému, sans doute parce qu'à travers un ample voile de gaze, on distinguait le gros pansement qui enturbannait sa tête. Vous avez engagé avec lui une conversation bienveillante et familière; mais lui, il ne put se tenir d'articuler qu'il était de vos élèves; il vous a dit son nom et vous l'avez reconnu aussitôt; puis, vous l'avez accompagné un bout de chemin, jusqu'à son hôpital ou presque. Il avait bien oublié les mathématiques et voilà qu'il les retrouvait en la personne du plus éminent de ses maîtres, et dans ce maître il découvrait un ami, un soutien, qui lui fit prendre en patience les heures lentes de l'hôpital, qui l'exhorta au travail, qui l'aida de ses conseils et le garda du découragement.

Les hommes bien nés supportent leurs propres misères en parta-

geant et adoucissant celles des autres. Vous avez, comme Jordan, mon cher Maître, et dans une situation analogue, témoigné de la chaleur de votre cœur. Grâces vous soient rendues.

*
* *

Le maître du domaine merveilleux est assis au seuil de la maison. Dans ces champs qu'il a plantés ou ensemencés, « les grands chars gémissants qui reviennent le soir » ramènent la récolte. L'odeur des prés fauchés envahit la plaine avec la fraîcheur de l'ombre qui vient. Dans le bois lointain, le cri de la chouette s'élève avec la lune jaune. Le vieux maître peut chanter le cantique de Siméon. Il a vécu assez pour voir autour de lui, nombreux, les fils de son esprit, pour recevoir leur hommage après les avoir nourris.

Mais il ne s'attarde pas au repos du soir. Il regagne sa chambre, allume sa lampe, entame sa veille studieuse. Après avoir produit une œuvre si belle et si vaste, il étudie l'œuvre des autres, il la passe au crible, il la tamise, il en distille le suc. Il en fera nourriture philosophique pour les esprits; comme Marcel Bertrand le disait d'Eduard Suess, « des personnalités de cette étonnante espèce sont des mamelles pour un grand nombre. »

*
* *

Dans la nuit qui submerge la plaine, resplendissent au vitrail l'image et la légende d'un saint personnage.

Aucun doute: c'est l'image de Saint Christophe que je vois, celle même qu'a dessinée notre cher confrère Maurice Denis, celle du saint puissant et carré, du saint lutteur, acharné à cette « quête de Dieu » que Vincent d'Indy a chantée dans son inoubliable poème symphonique; du vaillant passeur des pauvres et des véridiques, qui affronte le torrent pour porter sur l'autre bord, malgré l'orage, l'enfant pesant comme un monde; du saint thaumaturge que les flèches ne blessent pas, car elles retournent aux persécuteurs; du saint qui

figura au porche de nos cathédrales pour que chacun, le voyant au passage, poursuivît en paix son chemin.

Mon cher Maître,

Je vous place sous l'égide de Saint Christophe. Au nom de tous vos élèves, je remercie l'Institut Mittag-Leffler de Stockholm, en même temps que du grand honneur qu'il fait en votre personne à la Science française, de nous avoir permis, en cette fête de famille, après les pompes d'un Jubilé qui reste dans nos mémoires, de vous dire que nous vous tenons pour notre père spirituel, pour le « patriarche des mathématiques françaises », en qualifiant de françaises les mathématiques précises, fertiles, claires, où les larges avenues de la pensée se lisent aisément, par une annexion qui ne choquera personne, puisqu'il m'est arrivé de l'entendre exprimer en Congrès international, et puisqu'enfin les Écoles mathématiques française et scandinave appartiennent à la même famille spirituelle.

DISCOURS

DE

M. ALFRED LACROIX

Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

AU NOM DE CETTE ACADÉMIE.

MONSIEUR LE MINISTRE,
MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Je suis heureux de vous offrir à mon tour le remerciement de l'Académie pour l'honneur que vous lui faites en apportant vous-même

à notre cher Confrère, Émile Picard, le somptueux présent de l'Institut mathématique Mittag-Leffler. Je tiens aussi à saluer cordialement en vos personnes l'Académie de Stokholm toute entière.

Mesdames, Mes chers Confrères, en prenant la parole, j'ai, comme vous, présente devant les yeux la belle figure de l'illustre mathématicien qui fut l'un des plus éminents de nos Correspondants et qui, à un si haut degré, a fait honneur à la science désintéressée et à la Suède, sa patrie. Par sa noblesse et sa sérénité, son visage attirait le regard et imposait le respect: elle était bien telle que l'on pouvait l'imaginer pour se représenter un homme qui, après avoir dévoué une longue vie aux *Mathématiques pures*, a laissé derrière soi une trace lumineuse, et a voulu les servir encore au-delà de la tombe, en créant, lui vivant, un durable et imposant monument consacré à leur gloire et à leur développement dans l'avenir.

« Le but de mon Institut, a-t-il voulu, devra être de maintenir et de développer de plus en plus, dans les quatre pays du Nord et particulièrement en Suède, la position que les *Mathématiques pures* occupent dans ces pays, en même temps que de procurer une juste estime et appréciation en dehors des frontières des pays scandinaves pour les progrès réalisés en ces pays dans le plus haut domaine de la vie intellectuelle.

« Il est expressément ordonné que, dans l'accomplissement de cette tâche, aucune considération ne devra prévaloir au-dessus ou à côté de celles qui sont indiquées ci-dessus. Il suit de là qu'aucune considération ne devra être accordée à des relations d'amitié ni au désir de prêter, dans une situation difficile, une aide économique à l'un ou à l'autre. Aucune considération ne devra être accordée à des besoins ou à des desiderata pratiques, à des raisons d'examens, à des opinions politiques ou à des points de vue que pourraient faire

valoir des branches scientifiques autres que les *Mathématiques pures*. »

Heureux ceux qui, comme vous, Monsieur le Directeur, ont pour mission de planer ainsi au-dessus de toutes les contingences de la trépidante et émouvante existence de l'époque actuelle, et vivent ainsi à la fois au milieu du captivant paysage de Stockholm, et dans ce Paradis si bien défendu des *Mathématiques pures*. Sa porte, hélas, est fermée à l'humble géologue que je suis, aussi ne puis-je, à mon grand regret, accompagner mes souhaits de bienvenue, du compliment autorisé que j'eus voulu vous adresser. Souffrez donc que, pour y suppléer, je demande du secours à Mittag-Leffler lui-même.

« Le Comité (de l'Institut) devra choisir comme Directeur un mathématicien de haute valeur, qui soit reconnu, même à l'étranger, comme une des premières capacités mathématiques du temps, et qui paraisse également remplir toutes les conditions désirables pour acquérir et maintenir à l'Institut une des plus hautes situations internationales. »

C'est lui-même qui a écrit cela et, pour vous caractériser, l'on ne saurait mieux dire.

Parmi les manifestations imposées par son Fondateur à l'Institut Mittag-Leffler, a été prévue l'attribution de « prix pour les *découvertes* réelles dans le domaine des *Mathématiques pures* ».

Pour la première fois deux de ces prix viennent d'être décernés: nous sommes fiers de voir que notre Confrère Émile Picard est l'objet d'un semblable choix d'honneur.

« Un tel prix » ne devra être décerné, a encore décidé le grand Géomètre suédois, que lorsqu'on se trouvera en présence d'une découverte contenant des pensées d'une telle portée qu'on puisse les considérer comme offrant à la science un point de départ pour un développement ultérieur. »

Cette définition semble bien adaptée à la glorification de l'œuvre de notre Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques; son élève Julia vient de nous rappeler comment et pourquoi, il y a quelques années déjà, des mathématiciens de tous les pays étaient venus

se joindre à ceux de chez nous pour le proclamer. . .

Notre Confrère se plait sur les hauteurs les plus escarpées des *Mathématiques pures* et, dans ses ascensions, il ne connaît pas le vertige; sa curiosité scientifique n'a pas de limites et, sans effort, il sait allier dans ses conceptions la profondeur des vues à l'élégance dans la façon de les exprimer.

Mais je pense, Monsieur, que vous ne serez pas effarouché de m'entendre vous déclarer, tout bas, que si vaste et si varié que soit ce domaine des *Mathématiques pures*, dans quoi votre lauréat se meut avec tant d'aisance, il ne lui suffit pas. Il a aussi un faible pour les applications dans toutes les directions où pénètre la Mathématique et je crois bien qu'elle pénètre partout par les grandes portes, à moins qu'elle ne s'infiltre dans quelque fissure. Aussi, quand, dans notre Académie, un cas épineux se présente au cours d'une discussion, c'est vers lui que se tournent tous les regards.

Voilà pourquoi, Monsieur le Directeur, nous avons tant de raisons de vous exprimer la satisfaction que nous éprouvons à voir honorer en une circonstance aussi exceptionnelle la personnalité de M. Émile Picard et, avec elle, la Science française, dont il est une des plus belles expressions.

REMERCÎMENT

DE

M. ÉMILE PICARD

Monsieur le Ministre, vous avez tenu à assister à cette fête de famille, qui a toute l'austérité des sciences mathématiques; nous en

sommes très honorés. J'ai été particulièrement heureux de recevoir des mains du représentant de la Suède dans notre Pays cette magnifique médaille, œuvre d'un graveur suédois de grand talent, M. Lindberg, correspondant de notre Académie des Beaux-Arts. Les relations scientifiques entre la Suède et la France sont bien anciennes, et nous n'avons pas oublié ici l'intérêt que sa majesté le Roi Oscar II portait aux Sciences mathématiques.

Cette médaille est pour moi doublement précieuse, me rappelant mes très anciennes relations avec M. Mittag-Leffler. L'évocation de son nom me reporte à bien des années en arrière. Je l'ai connu vers 1880. Quelques années auparavant, il était venu à Paris suivre le cours de Charles Hermite sur les fonctions elliptiques. Il a raconté qu'Hermite l'engagea à aller suivre à Berlin les leçons de l'illustre mathématicien allemand Weierstrass sur les fonctions analytiques. Dans les années qui suivirent, Hermite consacra lui-même une partie de son enseignement aux travaux de Weierstrass, que venait de compléter brillamment Mittag-Leffler. Aussi les noms de ces deux Mathématiciens furent-ils alors très connus des étudiants en mathématiques de la Sorbonne, et cette popularité se propagea jusqu'à l'École polytechnique où Hermite fit alors quelques leçons sur les mêmes sujets. Il arriva même que dans une de ces cérémonies, dites les Ombres, où les Polytechniciens font d'innocentes plaisanteries sur leurs professeurs, on annonça la découverte d'un nouveau verset de la *Genèse*, où il était écrit: « Dieu créa Weierstrass, puis, ne trouvant pas bon que Weierstrass fût seul, il créa Mittag-Leffler ». Ces propos d'étudiants montrent la notoriété que Mittag-Leffler avait à Paris en 1885 dans certains milieux scolaires.

En se plaçant au même point de vue que le géomètre allemand dans la théorie des fonctions analytiques, Mittag-Leffler faisait preuve d'une réelle originalité dans les problèmes qu'il se posait, et les théorèmes qui portent son nom sont restés classiques. La région du plan d'une variable complexe que Mittag-Leffler appelait l'*étoile* correspondant à un développement donné de Taylor n'est pas moins mémorable. Rappelons encore ses recherches sur les valeurs asymp-

totiques de certaines fonctions entières. Toutes ces études ont donné naissance à un nombre considérable de travaux. Par son œuvre personnelle, comme par son enseignement, Mittag-Leffler a créé un mouvement qui a été extrêmement fécond; c'est le plus grand éloge qu'on puisse faire d'un savant. Comme le disait un jour Pasteur: « La plus haute récompense du savant est de créer un mouvement par lequel il est lui-même dépassé ».

Mittag-Leffler a été aussi un homme d'action, cherchant à contribuer par ses créations au rayonnement des sciences mathématiques. On lui doit la fondation du Journal *Acta mathematica*, un des plus importants périodiques scientifiques de notre temps, et aussi celle de l'Institut qui porte son nom, dont M. A. Lacroix vient de vous parler. A l'entrée de cet Institut, l'idéalisme de son Fondateur a chanté la gloire du nombre, en plaçant une inscription où on lit que le nombre est le commencement et la fin de toute pensée. D'autres, dans l'antiquité, avaient dit: « Il n'y a de réel que ce qui se mesure, et toutes choses accessibles à notre connaissance possèdent un nombre ». L'une et l'autre maxime disent l'importance de la mathématique. Le pur Mathématicien est avant tout un artiste et un poète dans le monde des nombres et des formes. La notion si complexe de fonction est de plus en plus élaborée par lui, et l'idée d'espace singulièrement agrandie devient de plus en plus analytique. Équations différentielles, équations intégrales, géométrie de situation dans des espaces à un nombre quelconque de dimensions, théorie des probabilités et tant d'autres disciplines ont fait depuis cinquante ans des progrès considérables.

A ce monde abstrait Mittag-Leffler a élevé dans sa propriété de Djursholm près de Stockholm un temple, qui possède pour les mathématiques pures une bibliothèque n'ayant peut-être pas d'égale.

Ce monde abstrait a de lointains prolongements. Jules Tannery s'étonnait jadis que les mathématiques puissent servir à quelque chose; son étonnement serait encore plus grand aujourd'hui. Les théoriciens de la Physique moderne viennent sans cesse puiser dans l'arsenal des Mathématiciens, afin d'y trouver des moules pour leurs

spéculations. Les représentations figurées ont rendu et rendent encore de grands services à la science: mais il semble souvent aujourd'hui, au moins dans certaines parties de Physique, qu'elles deviennent insuffisantes, finissant même par conduire à des contradictions. Aussi l'analyse mathématique est-elle un instrument de plus en plus nécessaire aux théories physiques, et elle apparaît comme une pièce essentielle dans l'édification de la philosophie naturelle. Tout cela est fort encourageant pour les Mathématiciens. On a pu craindre un moment que la théorie des quanta, qui a renouvelé tant de problèmes en montrant avec précision l'importance du discontinu dans la nature, vienne troubler l'application des méthodes de l'Analyse. Il n'en a rien été; mais la théorie des quanta a conduit à des inégalités célèbres de grande importance philosophique, inégalités qui semblent limiter la connaissance que nous pourrons jamais avoir de l'Univers, l'approximation restant heureusement extrêmement grande.

Monsieur le Professeur Carleman, vous m'avez fait un grand plaisir en venant de Stockholm pour cette cérémonie. Je vous prie de transmettre au Conseil de l'Institut Mittag-Leffler mes remercîments pour l'honneur qu'il m'a fait. Vous êtes un brillant représentant de la nouvelle École mathématique suédoise, dont l'origine remonte à Mittag-Leffler. Vos recherches ont porté sur les parties les plus élevées des Mathématiques, et, il y a quelques mois, vous faisiez une série de remarquables conférences à la Sorbonne sur les équations intégro-différentielles. Je vous remercie des éloges que vous m'adressez, mais je dois me rappeler que la science est une œuvre essentiellement collective, où chaque génération de chercheurs fait la chaîne à son tour, et je ne puis oublier en ce moment les encouragements et les conseils des maîtres qui ont guidé mes premiers pas dans la voie de la recherche scientifique; ils ont une grande part dans ce que j'ai pu faire.

Mon cher Julia, j'ai suivi depuis son origine le développement de votre carrière scientifique. Analyste d'une grande pénétration, vous planez haut comme l'oiseau suédois dont vous nous parliez poétiquement tout à l'heure. Vous savez discerner rapidement dans une

question le point où se trouve la difficulté, et vous en triomphez souvent. Votre jeunesse nous promet encore une longue suite de beaux travaux. Vous avez eu l'amabilité de rappeler que vous avez tiré quelque profit de mon enseignement et de la lecture de mes ouvrages; mais vous avez été beaucoup plus loin que moi dans de nombreuses questions, ainsi que plusieurs des mathématiciens qui sont ici, et qui veulent bien se dire mes élèves.

Merci, mon cher Lacroix, pour vos affectueuses et bienveillantes paroles. Géologue et minéralogiste d'une rare habilité dans l'étude des minéraux les plus complexes, voyageur intrépide pour lequel les volcans n'ont pas de secrets, vous vivez dans un monde moins abstrait que celui des Mathématiques pures, et cependant les cristaux, que vous maniez chaque jour, ont été l'origine de théories remarquables sur les groupes de mouvements. C'est avec émotion que j'ai entendu tout à l'heure évoquer le temps déjà lointain de mon Jubilé scientifique, où avait été rappelée notre collaboration dans une fonction académique où nous apportons tous deux le même souci des intérêts de la science.

J'adresse enfin mes remerciements émus à tous ceux qui sont venus à cette cérémonie. Dans la salle des séances de l'Académie des sciences de l'Institut de France se sont trouvées un instant réunies deux nations, la Suède et la France, que rattachent l'une à l'autre à travers leur histoire tant de souvenirs communs.

CÉRÉMONIE

COMMÉMORATIVE EN HOMMAGE

A

JEAN-BAPTISTE CHARCOT

Membre de l'Académie des Sciences,

A LA SORBONNE,

le samedi 2 octobre 1937.

DISCOURS DE M. CHARLES MAURAIN

Membre de l'Académie des Sciences,

Doyen de la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

« GROENLAND »

MESDAMES,

MESSIEURS,

J'ai eu l'occasion d'apprécier particulièrement le dévouement et les hautes qualités de Charcot au cours d'un voyage dans les mers du Nord et au Groënland, dans lequel j'avais la faveur d'être l'un de ses compagnons. On apprend bien à connaître un homme en vivant pendant plusieurs mois à ses côtés sur un petit navire, à travers les dangereuses mers arctiques. J'ai voué alors à Charcot une affectueuse admiration, et c'est avec émotion que je rends hommage à sa mémoire.

M. Gain, qui a été à plusieurs reprises le compagnon de Charcot dans le Sud et le Nord, vous a parlé de ses grandes expéditions dans l'Antarctique. Je vais avoir l'honneur de vous dire quelques mots des voyages de Charcot dans le Nord et particulièrement au Groënland.

Après la guerre, pendant laquelle Charcot avait mené la rude existence des chasseurs de sous-marins, il revint à son œuvre d'explorateur scientifique, à laquelle il avait voué sa vie, et résolut d'étudier les régions arctiques, qu'il avait abordées déjà au début de sa carrière. Le « Pourquoi-Pas » fut remis en état et Charcot obtint des ministères de la Marine et de l'Instruction Publique les contributions en personnel et en matériel nécessaires pour l'organisation chaque année de croisières scientifiques.

Il faisait généralement deux croisières par an, l'une en été dans les mers arctiques, profitant de la fonte et de la désagrégation des glaces pour atteindre des côtes bloquées par la banquise pendant le reste de l'année, et l'autre dans l'Atlantique ou la Méditerranée.

Pendant plusieurs années, Charcot commanda personnellement le « Pourquoi-Pas », avec le grade de Capitaine de Frégate qu'il avait acquis pendant la guerre. En 1925, il fut atteint par la limite d'âge. Dès lors le « Pourquoi-Pas » fut commandé par un officier des Équipages de la Flotte, mais Charcot resta naturellement le chef des expéditions. Ceux qui ont eu l'honneur d'être parmi ses compagnons savent quelle part il prenait à la conduite même du navire, part combien précieuse grâce à son expérience des mers polaires. Lorsque le bateau naviguait dans les glaces, Charcot était toujours aux aguets, scrutant l'horizon de la passerelle ou, quand les choses devenaient sérieuses, d'un poste de vigie, n'hésitant pas, malgré son âge, à gravir les haubans jusqu'au « nid de corbeau » des navires polaires. Lors de l'expédition de 1932, à laquelle j'ai pris part, il avait 65 ans; bien qu'il eût été assez souffrant pendant l'été, il partit comme à tous les autres voyages du « Pourquoi-Pas »; c'était sa vie; et il a continué ce dévouement héroïque jusqu'à la catastrophe de 1936.

Dans chaque croisière, Charcot emmenait quelques scientifiques,

marins, physiciens ou naturalistes. Pendant la navigation étaient faites des observations océanographiques, sondages, salinité, température, étude du fond, étude des courants, étude des glaces, des observations physiques, météorologie, électricité atmosphérique, actinométrie, etc.. A ces travaux s'ajoutaient les observations géographiques continuelles; le « Pourquoi-Pas » a abordé des points des côtes qui n'avaient pas encore été visités, d'autres qui ne l'avaient été que très rarement. — Pendant les escales ou les séjours du navire, en dehors des travaux qui se poursuivaient sur le bateau ou sur la côte voisine, des expéditions parcouraient le pays, faisant des observations biologiques, géologiques, magnétiques, recueillant des animaux, des plantes, des fossiles, des échantillons de roches.

Les résultats des observations et des recherches faisaient chaque année l'objet d'un mémoire précis et détaillé de Charcot, indépendemment des publications des travailleurs qui l'accompagnaient. On trouve dans les mémoires de Charcot sur ses expéditions arctiques les précieux enseignements d'un observateur sagace, qui a vu les choses à de nombreuses reprises et les a bien vues. L'ensemble des publications scientifiques se rapportant à ces expéditions forme une œuvre considérable et précieuse, où l'on puisera longtemps. Dans ses voyages vers le Nord, Charcot a visité et étudié diverses terres, par exemple les îles Feroë et l'île Jan Mayen, mais c'est surtout le Groënland qui a été le but de ses expéditions, et toujours sur la côte orientale, dont l'accès est beaucoup plus difficile que celui de la côte occidentale, et qui pour cette raison est la plus mal connue.

Un courant venant de l'extrême nord descend le long de cette côte, qui est ainsi plus froide que la côte occidentale. Pendant la plus grande partie de l'année, elle est bloquée par une large banquise. Vers la fin de Juillet, la banquise se disloque et fond plus ou moins suivant les années. Un navire bien construit peut alors passer, plus ou moins difficilement, et aborder la côte. Au mouillage, si abrité qu'on l'ait choisi, le navire est assailli par des masses de glace parfois énormes, et qui souvent rendent la situation dangeureuse. Si le navire se déplace, il rencontre non seulement des glaces

provenant de la banquise désagrégée, mais de nombreux icebergs.

Le point où Charcot a abordé le Groënland le plus souvent est le Scoresby-Sund, entrée d'un immense fiord qui pénètre profondément dans le Groënland, et où le Gouvernement Danois a établi en 1924 une colonie d'esquimaux. C'est là en particulier qu'il se rendit en 1932. Le « Pourquoi-Pas » était accompagné dans ce voyage par le navire de guerre brise-glace le « Pollux » ; les deux navires portaient la Mission française, composée d'officiers de marine et de physiciens, faisant partie de l'entreprise dite « Année Polaire 1932-1933 », qui resta au Groënland pendant une année, et dont l'installation avait été préparée l'année précédente par Charcot et M. Gain. Le docteur Jean-Louis Faure, qui était de ce voyage du « Pourquoi-Pas », en a retracé l'histoire dans un petit livre très attachant, où il évoque de manière émouvante l'héroïsme de Charcot.

Charcot a pu suivre a plusieurs reprises la côte du Groënland au sud du Scoresby-Sund, dite « Côte de Blosseville », du nom de l'officier de marine français qui la reconnut pour la première fois en 1833, et disparut dans ces parages avec le bateau qu'il commandait, au cours d'un deuxième voyage. Ce n'est que très rarement que des navires avaient pu depuis cette époque aborder cette côte. — D'autres régions ont été au Groënland l'objet des études de Charcot, la Terre de Jameson, la Terre de Liverpool, le cap Leslie par exemple.

Lors des divers séjours du « Pourquoi-Pas » au Groënland, de jeunes savants compagnons de Charcot ont fait des expéditions dans l'intérieur ; deux de ceux qui participaient au voyage de 1932, Parat et Devaux, ont hélas! péri dans le naufrage du « Pourquoi-Pas ».

L'an dernier, Charcot avait conduit encore le « Pourquoi-Pas » dans les mers arctiques ; il avait avec lui Parat et Devaux, et d'autres travailleurs qui étaient à bord pour la première fois, Larronde, Badeuil, Jacquiert. La navigation avait été, pendant presque tout le voyage, relativement facile. « Excellente croisière très fructueuse, m'écrivait Parat, d'Islande, le 10 septembre, sur une carte signée aussi de Charcot et de Devaux. Presque pas de glaces de mer, contrairement aux deux années précédentes. » J'ai reçu cette carte à Edimbourg,

où se tenait un Congrès International de Géodésie et de Géophysique. Charcot devait y venir avec le « Pourquoi-Pas », et y exposer ses travaux de l'année. On se réjouissait de le recevoir avec ses compagnons. Mais le matin du jour où s'ouvrait le Congrès, le 17 septembre, les journaux écossais donnaient la brève nouvelle de la catastrophe.

A la séance d'ouverture, quelle émotion, quelle tristesse. On vit là combien Charcot était aimé à l'étranger aussi bien qu'en France.

Je terminerai en citant quelques mots du Dr Jean-Louis Faure, qui n'a pu venir ce soir, dans la préface de son beau livre: « Au Groënland avec Charcot. » Il écrivait, 4 ans avant le naufrage:

« Charcot aurait pu vivre tranquillement l'existence facile de ceux que les hasards de la naissance ont jetés dans la vie parmi l'élite des heureux devant lesquels s'ouvrent toutes les portes et s'abaissent toutes les barrières.

Il en a voulu autrement! Il a préféré sacrifier son repos, sa fortune, la tranquillité de sa vie, à la poursuite de son rêve. Il a voulu que son nom, que le nom de son père, conquérant de la science, fut inscrit parmi ceux des conquérants de la Terre, et il a ajouté ce nom aux noms de ceux qui ont reculé les horizons marqués sur la carte du monde.

Il pouvait dormir dans sa gloire après ce qu'il a fait. Il aurait pu, comme le laboureur ayant terminé sa journée, s'asseoir sur le bord du chemin. Il a préféré travailler encore, et chaque année il recommence la bataille! Et je l'ai vu, à l'âge où l'on a bien droit au repos, monter dans la hune mouvante et rester sur la passerelle à l'heure du péril et parmi les vents déchainés.

Voilà ce qu'il a fait et voilà ce qu'il fait encore. Quand un homme donne cet exemple, je me découvre devant lui. »

Et maintenant, c'est la mémoire de cet homme héroïque, de ce grand explorateur, que nous saluons respectueusement.

DISCOURS DE M. LE GÉNÉRAL G. PERRIER

Membre de l'Académie des Sciences.

TRAVAUX GÉOGRAPHIQUES DE CHARCOT

I

Je n'ai aucune compétence spéciale sur les nombreuses Sciences géologiques et naturelles qui sont redevables aux diverses Missions de J.-B. Charcot d'une quantité considérable de documents et de collections d'une valeur inappréciable. Si j'ai l'honneur de parler devant vous aujourd'hui, c'est sans doute parce qu'ayant succédé à Charcot comme Vice-Président de la Société de Géographie de Paris, je dois lui apporter ici l'hommage de cette Société, en vous entretenant quelque temps des travaux géographiques de l'homme dont la mort tragique a si douloureusement ému le monde savant il y a un an.

J'ai eu ausssi le privilège de voir de près le rôle joué par Charcot à notre Société, et je regrette que son Président, le Maréchal Franchet d'Esperey, n'ait pu vous en parler lui-même aujourd'hui.

Cette Société n'est pas un navire toujours facile à conduire. Dans les fréquentes circonstances où Charcot, remplaçant notre Président, eut à intervenir, il conduisit ce vaisseau avec habileté, tout comme il l'eût fait pour un bateau polaire. Sa bonne humeur toujours souriante et son esprit de finesse l'aidaient à résoudre les pires difficultés; sa haute autorité scientifique s'imposait sans éclats et sans heurts, et nul doute qu'il ne fût un jour parvenu à la Présidence de la Société.

Charcot, fils d'un des plus illustres médecins de notre temps, appuyé sur de solides et efficaces amitiés scientifiques et politiques, aurait pu se laisser vivre d'une vie facile et heureuse, mais toujours l'action l'a passionné et la mer l'a attiré.

Docteur en médecine à 22 ans, Interne des Hôpitaux, Chef de Clinique, Attaché à l'Institut Pasteur, sa carrière s'orienta résolument dès 1899 vers l'exploration maritime, et tout particulièrement vers celle des Régions Polaires. Ses premières croisières aux Iles Shetland, Hébrides, Féroé, Jan Mayen et dans les Mers d'Islande datent de 1901-1902. Il venait à peine de dépasser la trentaine. Il rêvait de posséder un navire spécialement construit et aménagé pour les campagnes polaires, qui fut un laboratoire autant qu'un bateau. Une souscription nationale lui permit de faire mettre en construction dans les chantiers du « Père » Gauthier à St-Malo son premier navire « Le Français », qui partit de Brest le 31 août 1903 et ne revint en France qu'en juin 1905, après une croisière dans l'Antarctique. A vrai dire, « Le Français » revint fatigué de sa longue et dure course. En se basant sur les leçons de l'expérience, Charcot fit mettre en chantier à St-Malo, toujours chez le « Père » Gauthier, en septembre 1907, son second navire « Le Pourquoi Pas? », à bord duquel, d'août 1908 à juin 1910, il accomplit sa seconde croisière antarctique.

Toute l'histoire de Charcot s'identifie absolument avec celle de ces deux bateaux et c'est à bord du second qu'il a trouvé la mort.

En plus des deux croisières antarctiques exécutées antérieurement à 1910, depuis cette année jusqu'en 1936, c'est-à-dire en 26 ans, Charcot a exécuté une vingtaine de croisières. Ce furent d'abord trois croisières dans les Mers d'Europe et particulièrement les Mers Arctiques (1912-1913-1914). Puis vint l'interruption de la guerre pendant laquelle Charcot fit magnifiquement son devoir, en qualité d'abord de Médecin de Marine, puis de Lieutenant de Vaisseau et de Capitaine de Corvette de réserve, Commandant un croiseur auxiliaire britannique et plus tard un navire corsaire chasseur de sous-marins. Re-

venu à son cher « Pourquoi Pas ? », Charcot effectua, de 1920 à 1936, 17 croisières annuelles dans les régions arctiques, toutes celles postérieures à 1924 dans les mers du Groënland Oriental, sauf en 1927 et 1930, où Charcot accomplit des missions spéciales en Mer du Nord et en Baltique.

Charcot fut un animateur incomparable. A chacune de ses croisières, il s'entoura d'officiers et de marins de premier ordre, qui lui étaient d'un dévouement absolu, et qui, malgré les dangers d'une existence périlleuse, ne demandaient qu'à revenir à lui chaque année. Il embarqua aussi à son bord les hommes de Science les plus qualifiés, susceptibles de rapporter de leurs voyages de précieuses données de toutes sortes. Je puis citer, en m'excusant d'en oublier, ses compagnons de la première exploration antarctique, parmi lesquels MM. Pléneau, ici présent, et Gourdon; ceux de la seconde, parmi lesquels M. Gain, ici présent, les Enseignes de Vaisseau Bongrain, Rouch et Godfroy, MM. Gourdon, Liouville, Sénouque; les savants embarqués une où plusieurs fois sur le « Pourquoi Pas ? », mes Confrères Maurain, ici présent, et Jean-Louis Faure, MM. Mercanton, Idrac, et ceux enfin qui ont péri dans le désastre du 16 septembre 1936, MM. Parat, Jacquiert, Devaux, Larronde, Badeuil.

Charcot sut d'ailleurs toujours rendre justice à ses collaborateurs et à ses subordonnés. Sa préoccupation dominante dans ses voyages lointains a toujours été de se faire des amis et de faire des amis à la France. Il y a pleinement réussi; en Islande, au Danemark, au Groenland, l'admiration pour son caractère et pour son œuvre lui conciliait la sympathie de tous.

A vrai dire, les résultats rapportés par les croisières de Charcot appartiennent évidemment pour une bonne partie à ses collaborateurs scientifiques. Mais ces résultats auraient-ils pu être obtenus si le chef de Mission ne les avaient animés et soutenus des conseils de son expérience, n'avait assumé lui-même pendant bien longtemps la responsabilité de la conduite du bâtiment, si difficile dans les régions

polaires, et pour laquelle il faut une expérience consommée, n'abandonnant le commandement à un officier des Équipages de la Flotte que lorsque son âge l'y obligea. Aussi, ne devons-nous pas détailler en diverses parties l'œuvre de Charcot. Nous devons considérer que les documents et collections rapportés par ses croisières forment un tout inséparable et cohérent, et que c'est cet ensemble qui constitue l'œuvre géographique de Charcot.

II

Lorsque Charcot se lança dans les explorations polaires, en 1903, les Français n'avaient eu qu'une part bien peu importante dans la reconnaissance de ces régions. Dans les Mers Arctiques on ne peut guère citer que le Lieutenant de Vaisseau de Blosseville, disparu sur les côtes du Groënland (1833); le Lieutenant de Vaisseau Bellot, parti à la recherche de Franklin et qui périt lors de sa deuxième expédition (1853); enfin le Docteur Pavy, mort également au retour tragique de l'expédition américaine Greely (1883). Rappelons aussi que le Lieutenant de Vaisseau Gustave Lambert s'occupait d'organiser une expédition au pôle nord avant d'être tué à l'ennemi à Buzenval (1871).

Dans les Mers Antarctiques, les Français avaient eu un rôle plus remarquable. Dès la fin du 18e siècle, Buffon avait fait une campagne ardente en faveur des expéditions à organiser pour la découverte des terres inconnues environnant le pôle sud. L'expédition Bouvet de Lozier, en 1738-39, est la première tentative d'exploration antarctique; et l'honneur en revient à la France; Bouvet, dont le nom a été porté par plusieurs autres marins français illustres, découvrit le 1er janvier 1739 le Cap de la Circoncision, nommé depuis l'Ile Bouvet. En 1772 et 1773, de Kerguelen prit possession, au nom du Roi de France, des îles qui portent son nom. Enfin, de 1837 à 1840, le futur l'Amiral Dumont d'Urville, alors Capitaine de Vaisseau, passa deux étés dans les glaces de l'Antarctique, accomplissant de magnifiques

travaux, explorant les terres Louis-Philippe, Joinville, Adélie et Clarie.

Le Belge Adrien de Gerlache, à bord de la « Belgica » avait exploré l'Antarctide Sud-Américaine (1897-1899) et découvert le détroit qui porte son nom. En 1901, quatre expéditions ayant établi d'un commun accord un vaste programme, partirent pour l'Antarctique, l'anglaise, celle du « Discovery » commandée par R. F. Scott; l'allemande, celle du « Gauss », commandée par le Dr Erich von Drygalski; la suédoise, celle de « l'Antarctica », commandée par le Dr Otto Nordenskiöld; l'écossaise, celle du « Scotia », commandée par le Dr W. S. Bruce. Avec Charcot, la France allait s'associer à ces travaux.

Ce fut l'expédition du « Français » (1903-1905) dans la région où de Gerlache était passé, à 1000 kilomètres environ au Sud du Cap Horn.

Pendant la période d'été 1903-1904 qui, sous ces latitudes, correspond à notre hiver, Charcot releva les grandes îles qui séparent du Pacifique le Détroit de Gerlache, longeant la Terre Graham jusqu'aux Iles Biscoé. Mais à partir de la fin de février, il fallut chercher un endroit sûr où hiverner. Charcot le découvrit à l'Ile Wandel, et là ce fut, durant 9 mois, l'immobilité, mais une immobilité active pendant laquelle les observations de toute nature furent poursuivies régulièrement malgré d'effroyables tempêtes et d'énormes variations de température.

La période d'été 1904-1905 comporta le levé de la grande Baie de Dalmann et la découverte de la Terre de Loubet où une catastrophe faillit causer la perte de l'expédition, le navire ayant donné sur une tête de roche à fleur d'eau.

La campagne suivante, 1908-1910, à bord du « Pourquoi Pas? », comporta un hivernage de 9 mois à l'Ile Petermann jusqu'en novembre 1909 dans une anse trouvée le 1er janvier 1909 et dénommée Port-Circoncision en souvenir de Bouvet qui avait baptisé ainsi l'île découverte par lui le 1er janvier 1739. Charcot reprit ensuite sa route vers le Sud-Ouest en longeant une grande terre inconnue qui, depuis, a

reçu le nom de Terre Charcot. Parti du Havre le 15 août 1908, le « Pourquoi Pas ? » était de retour à Rouen le 5 juin 1910.

Dans le volume de Charcot *Le « Pourquoi Pas ? » dans l'Antarctique*, paru à la fin de 1910 et préfacé par Paul Doumer, il y a (1) une figure bien suggestive indiquant les progrès accomplis dans l'Antarctique Sud-Américain grâce à Charcot. Trois dessins indiquent ce que nous connaissions de ce continent avant l'expédition du « Français », après cette expédition et après la première expédition du « Pourquoi Pas ? ». Celle-ci avait dressé une carte des régions parcourues d'après les levés de l'Enseigne de Vaisseau Bongrain (2).

III

Après le retour de l'expédition antarctique du « Pourquoi Pas ? », Charcot obtint que le précieux instrument de travail constitué par son bâtiment fut conservé comme Laboratoire de Recherches maritimes de l'École pratique des hautes Études et rattaché au Muséum; il fut nommé Directeur de ce Laboratoire. Grâce à des subventions accordées par différents Ministères, le « Pourquoi Pas ? » devait dès lors, sous les ordres de Charcot, entreprendre chaque année des croisières scientifiques dans l'Atlantique et les Mers Arctiques, et c'est dans ces conditions que furent exécutées les croisières de 1912, 1913 et 1914.

Après la guerre, Charcot adopta un système quelque peu différent. Devenu Capitaine de Corvette de réserve, il provoqua une entente entre les Ministères de l'Instruction publique et de la Marine pour remettre en état le « Pourquoi Pas ? » et lui confier chaque année, sous sa direction à lui Charcot bien entendu, des missions scientifiques ou des études spéciales.

Parmi les 17 croisières que le « Pourquoi Pas ? » exécuta ainsi, nous n'en citerons que quelques-unes présentant un intérêt spécial. Je

(1) Page 344.
(2) Page 370.

n'insisterai pas sur celle de 1921 qui conduisit Charcot à l'îlot de Rockall, M. Alfred Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, devant vous parler tout à l'heure de cet épisode tout à fait original.

En 1928, Charcot se préparait pour une croisière de sondages dans les mers voisines du Groënland lorsque les événements modifièrent ses projets. Au début de juin se produisit le naufrage du dirigeable italien « Italia » à son retour du pôle, la France mit à la disposition du célèbre explorateur norvégien Amundsen, un avion, le « Latham 47 », commandé par Guilbaud, pour participer à la campagne de secours entreprise par le Gouvernement italien. Amundsen et ses compagnons appareillèrent le 18 juin pour le Spitzberg. Dès le lendemain on n'eut plus de leurs nouvelles. La Norvège et la France organisèrent en hâte des expéditions de recherche; le « Pourquoi Pas? » fut désigné pour y participer sous les ordres de l'Amiral Herr dont le pavillon battait sur le « Strasbourg ». Deux anciens compagnons de Charcot dans l'Antarctique, MM. Pléneau, ici présent, et Gourdon, demandèrent à se joindre à Charcot et à partager les risques de son expédition. Le « Pourquoi Pas? » appareilla de S^{t} Servan le 10 juillet; il patrouilla avec des vicissitudes diverses, allant de Tromsoe à l'Islande, à Jan Mayen, dans les mers du Groënland, ne perdant pas l'espoir d'une heureuse réussite, lorsque la sinistre trouvaille du flotteur du « Latham 47 » mit fin à toutes ces recherches.

La campagne de 1931 fut consacrée à la préparation de l'Année polaire internationale 1932-33. On désigne sous ce nom l'ensemble des observations météorologiques, magnétiques, etc... et d'une manière générale géophysiques, qui, par une entente internationale, devaient être faites pendant une année entière en un grand nombre de stations réparties sur toute la terre, mais plus spécialement dans les Régions Polaires, celles-ci ayant, on le sait, une importance particulière pour l'étude des circonstances climatiques et autres de la terre

tout entière. A la suite de débats internationaux quelquefois ardus, la France avait reçu la mission d'organiser une station au Scoresby Sund, sur la côte orientale du Groënland. Le Scoresby Sund est le plus vaste fjord du monde, de superficie égale à celle du Danemark, découvert en 1822 par l'anglais William Scoresby junior, une bien remarquable figure ayant laissé une réputation méritée dans l'histoire de l'Arctique. Les observations de l'Année polaire devaient durer du 1er août 1932 au 1er août 1933. Or, le Scoresby Sund n'est ouvert à la navigation qu'environ une quinzaine de jours par an. En 1931, Charcot, accompagné de MM. Gain et Mercanton, eut la tâche de tout préparer pour que la Mission qu'il devait transporter au Scoresby Sund en juillet 1932, puisse, dès son arrivée, commencer les observations. Il s'agissait de reconnaître l'emplacement d'un observatoire bas sur le bord de la mer, et à proximité, celui d'un observatoire suffisamment élevé, permettant l'installation d'une station de montagne. Grâce à la connaissance des régions polaires de Charcot et à l'ardeur de ses collaborateurs, tout fut terminé en temps voulu non sans de nombreuses difficultés dont le Chef de la Mission et ses collaborateurs, particulièrement M. Gain, surent triompher avec une maîtrise remarquable.

Ce n'était pas d'ailleurs sans peine que les crédits nécessaires avaient été obtenus à temps avant le départ et ils ne l'avaient été que grâce à l'intervention directe du Président Doumer. (Aussi la station du Scoresby Sund reçut-elle le nom de Station Paul Doumer).

La Mission française devait comprendre un personnel nombreux, avec un matériel considérable qui contrastait avec le matériel, instrumental ou de campagne, réduit dont Charcot s'était contenté dans ses expéditions antérieures. Il y avait donc, dans la reconnaissance de 1931, des difficultés spéciales à vaincre; elles furent vaincues.

L'année suivante, en 1932, le « Pourquoi Pas? » transporta au mois de juillet, au Scoresby Sund, la Mission française de l'Année polaire commandée par le Lieutenant de Vaisseau Habert. Le matériel total

de la Mission s'élevait à 400 tonnes et il fallut faire accompagner le « Pourquoi Pas? » par un autre bâtiment spécial, le « Pollux », qui avait servi de brise-glaces pendant la guerre pour maintenir les communications avec Arkhangel et qui fut placé sous les ordres du Capitaine de Corvette E. Mailloux, d'une compétence toute spéciale.

Le « Pourquoi Pas? » appareilla de St Servan le 3 juillet et fut de retour à Brest le 16 septembre. La Mission, grâce à la reconnaissance de 1931, avait immédiatement trouvé au Scoresby Sund un observatoire bas, confortable, tout près et à l'Est de la colonie de Rosenvinge, et un observatoire de montagne bien préparé. Le Doyen Ch. Maurain, Directeur de l'Institut de Physique du Globe de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, avait pu s'assurer des conditions parfaites dans lesquelles ces observatoires se trouvaient pour la poursuite de leurs travaux. La présence à bord de mes Confrères Ch. Maurain, Jean-Louis Faure, de MM. Devaux, Pierre Drach et du Dr Parat avait permis au « Pourquoi Pas? » de poursuivre comme chaque année toute une série de recherches.

En 1933, le « Pourquoi Pas? » rapatria en France la Mission de l'Année polaire.

En 1934, il retourna encore au Scoresby Sund pour embarquer un assez gros matériel que la Mission avait dû y laisser. Les traversées d'aller et de retour furent très mouvementées. Le « Pourquoi Pas? » offrit ses services à un paquebot allemand en croisière touristique comprenant 1.300 passagers à bord, qui s'était échoué à Thorsavn, (Iles Féroé). Non seulement il avait récupéré le reliquat du matériel de la Mission de l'Année polaire et exécuté ses recherches de toute nature habituelles, mais il avait installé à Angmagssalik une nouvelle Mission française, dirigée par P. E. Victor, chargée par le Muséum d'Histoire naturelle de se livrer à des recherches ethnographiques sur les Esquimaux commencées pendant un séjour de 3 jours

au Scoresby Sund, et continuées pendant un an dans la région d'Angmagssalik.

Aussi l'année suivante, en 1935, une des tâches du « Pourquoi Pas? » fut de la rapatrier. Cette année, le commandement du bateau fut, pour la première fois, confié à l'officier des Equipages de 1re Classe Le Conniat, qui succédait à son collègue, A. Chatton, lequel avait exécuté de nombreuses campagnes avec Charcot en commandant le « Pourquoi Pas? » quand celui-ci en avait abandonné le commandement effectif. Grâce à la Mission Victor et au « Pourquoi Pas? », le nom de notre pays dans ces régions du Groënland, écrit Charcot, « était devenu synonyme de bienveillance ». On reconnait ici la préoccupation habituelle déjà signalée du grand voyageur.

Le retour de la croisière de 1935 fut particulièrement mouvementé. En quittant Angmagssalik, le « Pourquoi Pas? » put compter à l'horizon 198 icebergs de grandes dimensions. A l'entrée du Canal du Nord, le 16 septembre, il fut surpris par le cyclone qui ravagea alors l'Angleterre; malgré une mer démontée il put gagner les côtes de l'Irlande pour trouver un abri relatif, et ensuite, par une mer plus clémente, en longeant la côte d'aussi près que le permettait la prudence, il sortit de la Mer d'Irlande, mais ayant rencontré encore une mer déchaînée, il arriva non sans peine à Rouen le 23 septembre.

Triste présage pour l'année suivante! C'est en effet un an, jour pour jour, après que le navire de Charcot avait été pris dans la tempête de 1935, qu'il sombra sur les côtes d'Islande presque au sortir du port de Reikjavik le 16 septembre 1936.

Charcot a raconté lui-même qu'en 1926, à 59 ans, il avait fait le vœu de ne plus naviguer dans les mers polaires. L'attirance de la banquise, l'intérêt des travaux à continuer, et en 1928 l'ardent désir de contribuer aux recherches organisées pour retrouver Amundsen, l'avaient conduit à repartir pour les mers arctiques. Il était un peu comme ces acteurs qui ne peuvent se résoudre à quitter la scène!

Que dirai-je qui n'a déjà été dit de ses hautes qualités intellectuelles et morales, de son affection profonde pour ses collaborateurs qui s'étendait jusqu'aux plus humbles. Combien, passionné pour les œuvres de civilisation, il s'est intéressé à la tâche entreprise par le Danemark dans ces régions désolées du Groënland.

Dans sa préface du livre *Le «Pourquoi Pas?» dans l'Antarctique*, Paul Doumer se demande:

« A quoi bon tant d'efforts, tant de dangers courus, pour connaître une portion de la planète où l'homme ne saurait subsister, dont il ne tirera aucun parti? »

Mais il se répond à lui-même:

« Qui le sait? Qui peut dire qu'aucune richesse à jamais exploitable n'existe dans ces contrées désolées? Il est bien naturel aussi que nous entendions ne rien ignorer de la planète que nous habitons. Nous allons ainsi à la découverte de continents jusqu'alors impénétrables et inaccessibles. Grâce à Charcot, le pavillon français a flotté dans les mers et sur la terre polaires. C'est grâce à lui que la France n'a pas été absente de ces combats de la civilisation ».

Nous pouvons résumer l'œuvre de Charcot en deux mots inscrits sur cette pièce magnifique de cuivre et d'argent, véritable œuvre d'art, donnée au « Pourquoi Pas? » par le Père de Guébriant et que la mer a rejetée sur la plage d'Islande avec les corps des martyrs de la Science. Cette pièce, beaucoup d'entre vous l'ont vue, placée devant les catafalques des savants et marins du « Pourquoi Pas? » sur le parvis de Notre-Dame, le 12 octobre 1936. Ils y ont lu : « Honneur et Patrie ».

DISCOURS DE M. ALFRED LACROIX

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

CHARCOT A ROCKALL

MESDAMES,
MESSIEURS,

Vous venez d'entendre exposer avec compétence et éloquence l'œuvre magnifique de Jean Charcot, tout entière consacrée à la mer, à l'étude de tout ce qui touche à elle, à cette mer pour quoi il a tout abandonné, tout sacrifié, jusqu'à sa vie.

Vous venez d'être profondément émus par le rappel du drame tragique qui l'a enseveli dans les flots, lui, ses compagnons et son cher « Pourquoi-Pas? », qu'il avait mené à tant de glorieuses et savantes conquêtes.

Dans la commémoration de ce soir, mon rôle est moins brillant, que celui de mes confrères. Je ne vais pas, comme eux, vous entraîner dans de vastes espaces, au milieu de la splendeur des glaces polaires de l'Antarctique et du Groënland ni dans des solitudes glacées, si intéressantes, si captivantes, de terres nouvelles. Je ne veux vous parler que d'un rocher minuscule, le plus isolé du vaste monde, d'un rocher d'une sinistre renommée en raison des catastrophes maritimes qu'il rappelle, d'un rocher qui ne mesure guère que 20 mètres de diamètre et 21, au-dessus des flots, épave de pierre perdue dans l'immensité de l'Océan.

Le mystère qui entoure Rockall, car c'est de Rockall qu'il s'agit, avait passionné notre ami et ce qu'il a fait pour percer ce mystère me paraît de nature à bien mettre en évidence, à glorifier, ses belles qualités d'explorateur et d'homme, courage, audace et endurance à toute épreuve, amour de la difficulté vaincue, enthousiasme pour les recherches scientifiques désintéressées, quelles qu'elles soient, et bien d'autres qualités encore.

Le rocher de Rockall, ressemblant de loin à un petit navire sous voile, se dresse à l'ouest de l'Écosse, entre le Nord de l'Irlande et le Sud-Ouest de l'Islande, à environ 240 milles de la côte irlandaise.

Il a été signalé pour la première fois en 1698, mais sa position n'a été précisée qu'en 1810 par la frégate anglaise « Endymion ».

Ses parois sont presque toutes verticales, la mer, d'ordinaire furieuse en cette région située sur le passage des cyclones, sans rémission monte à leur assaut, les vagues se brisent contre elles et déterminent de redoutables remous rendant cet îlot presque inaccessible.

Bien que son exploration ait tenté beaucoup de navigateurs passant à sa proximité, il semble que dans le passé, deux fois seulement il ait pu être touché: en 1810 un matelot de l'« Endymion », en 1863 un quartier-maître du navire hydrographique britannique « Porcupine » purent mettre le pied sur une de ses anfractuosités et en détacher quelques menus morceaux.

Complètement nu, Rockall sert de refuge à d'innombrables oiseaux de mer, parfois ceux-ci quittent brusquement leur perchoir et il semble alors que de noirs tourbillons d'une épaisse fumée s'élèvent de son sommet et obscurcissent le ciel.

Rockall a pour socle sous-marin un banc orienté du Nord-Est au Sud-Ouest, mesurant 150 milles sur 50, recouvert localement par une quarantaine de mètres d'eau seulement et cette faible profondeur contraste avec les grands fonds supérieurs à 2.500 mètres qui l'entourent et le séparent de l'Ecosse.

Bien des problèmes se posent pour l'interprétation de la constitution géologique et de l'origine de Rockall. Aussi, en 1895, l'Académie

Royale Irlandaise se préoccupa-t-elle de les étudier, ainsi que toutes les questions d'histoire naturelle que l'on peut aisément imaginer. Elle constitua une expédition bien équipée et formée de savants qualifiés qui, du 3 au 17 juin 1896, croisa aux alentours du rocher. Si cette expédition obtint des résultats heureux des points de vue zoologique et particulièrement ornithologique, il n'en fut pas de même pour la géologie. La mer déchaînée fut impitoyable, Rockall resta inviolé.

Mais son examen à distance conduisit à penser qu'il est formé par une roche à faciès granitique dont la base serait constituée par un sédiment ou par un tuf obliquement stratifié dans lequel le magma éruptif aurait été injecté.

Le professeur J. W. Judd put retrouver dans des Musées de Grande Bretagne et d'Irlande trois petits fragments des échantillons recueillis en 1810 et en 1863 et il en fit une étude approfondie, plus tard complétée par H. S. Washington. Il constata qu'ils sont constitués par du quartz, un feldspath sodique, l'albite, et, en abondance, par un minéral coloré vert, un pyroxène ferrosodique, l'ægyrine. La structure est grenue. L'analyse chimique montra que cette roche, riche en fer et en sodium, ne renferme presque pas de potassium. Il s'agissait donc là d'un type granitique inconnu jusqu'alors, auquel Judd donna le nom de *rockallite* et l'on discuta beaucoup sur la place à lui donner dans la systématique.

Le pétrographe anglais avait bien voulu me donner pour le Muséum quelques grammes de cette précieuse roche qui m'incitèrent à l'étudier à mon tour.

Aussi, quand notre confrère Alfred Picard devint ministre de la Marine, lui avais-je demandé de donner l'ordre au stationnaire de la Marine nationale se rendant chaque année en Islande, de faire l'impossible pour toucher Rockall. La tentative eut lieu à plusieurs reprises, sans qu'il fut possible d'atteindre ce rocher si bien défendu.

Lorsqu'au début de 1921, Charcot vint m'annoncer qu'il projetait une campagne au Groënland, je n'eus aucune peine à lui donner le désir d'entreprendre à son tour une expédition intéressante du point de

vue scientifique et se présentant comme devant être difficile et périlleuse.

Une fois obtenue l'autorisation du Ministre de la Marine de préparer une croisière spéciale pour l'étude de Rockall, après un sérieux examen de la documentation concernant les tentatives infructueuses antérieures, une fois pourvu de l'outillage indispensable, le « Pourquoi-Pas? » appareillait de Cherbourg, le 19 juin, emportant pour instructions: « tenter un débarquement sur le rocher, y recueillir le plus possible d'échantillons de rocher, examiner un détail de structure observé de loin par l'expédition Irlandaise, ensuite subsidiairement entreprendre des recherches océanographiques sur le banc de Rockall ».

Favorisé par un exceptionnel beau temps, grâce à l'énergie du Chef, au dévoûment et à l'entraînement de tous les siens, l'entreprise allait réussir au-delà de toute espérance et avec une rapidité surprenante.

Le 29 au matin, le « Pourquoi-Pas? » est à 400 mètres de Rockall. Le soleil est radieux, le vent et la houle faibles; à 9 h. 30 le sort en est jeté, Charcot fait mettre les embarcations à la mer. La baleinière équipée pour le débarquement est confiée au lieutenant de vaisseau de Tournemire. Charcot, prêt à lui porter secours en cas de nécessité, prend le commandement d'un canot. Le tour du rocher est fait en toute hâte et Charcot constate que le seul point accessible est une petite saillie de l'angle Sud-Sud-Est, là où la mer brise le moins.

Saisissant le moment propice, deux matelots, Moussard et Le François, d'une exceptionnelle agilité, bondissent sur cette partie du rocher couverte d'algues et parviennent à s'y maintenir. Un va et vient est établi entre eux et la baleinière par lequel des marteaux, des masses, des ciseaux leur sont envoyés, puis ils entament le roc non sans grandes difficultés dues à sa dureté et surtout à l'état d'équilibre instable où ils se trouvent, avec la menace incessante d'être projetés dans la mer. Au bout d'une heure de travail, les deux courageux marins sautaient dans l'embarcation aux prix d'efforts très supé-

rieurs à ceux dépensés pour l'arrivée. Mais le succès était complet, et leur récolte abondante.

Le 1er juillet, interrompant les observations océanographiques entreprises sur le Banc de Rockall, Charcot va renouveler son exploit avec non moins de bonheur. Le calme persiste, mais la houle de l'ouest est plus forte; néanmoins, M. Pierre Leconte, le dessinateur de l'expédition, et le gabier Bourrichon réussissent à sauter sur une petite corniche, où une nouvelle provision de roches et d'algues va être recueillie.

Pendant ces opérations, tout en accomplissant son rôle de surveillance, Charcot a étudié la face orientale du rocher qui est rigoureusement verticale et remarque que sur un fond gris foncé, elle présente en grande quantité des taches noires correspondant à des saillies ou à des cavités, généralement habitées par un couple d'oiseaux; l'examen minéralogique allait me permettre leur interprétation.

Il constatait en outre que toute la base de Rockall, considérée par les observateurs irlandais comme stratifiée, est de même nature que le reste du rocher, mais que, dans la zone battue par les lames, elle est recouverte d'une couche épaisse d'Algues brunes rapportées par M. Hamel, naturaliste de l'Expédition à l'Alaria esculata ne vivant que dans les eaux violemment tourmentées. Plus haut, en des points seulement mouillés par les embruns, se voient des taches d'Algues vertes ou jaunâtres, mais elles sont naines et rabougries, tant dur est le régime auquel elles sont soumises. Quant au sommet du roc, sa couleur d'un éblouissant blanc de neige est due à des cataractes de déjections des oiseaux de mer.

Le détail de l'étude minéralogique que j'ai faite des abondants matériaux dûs à l'habileté et à l'audace de Charcot et de ses collaborateurs ne serait pas à sa place ici. Il faut seulement conclure: Rockall n'est pas essentiellement formé par la roche à laquelle a été donné son nom. Le rocher est essentiellement fait d'un granite, très hétérogène, plus ou moins riche en ægyrine, mais dont le feldspath, au lieu d'être exclusivement sodique, est sodopotasique, la roche, dans son

ensemble, renferme les deux alcalis à peu près en égale proportion. Quant à la rockallite, c'est elle qui forme les taches noires signalées par Charcot; elles sont, par rapport au granite de Rockall, l'équivalent de certaines de ces taches foncées que vous pouvez voir les jours de pluie, sur les bordures de trottoirs de Paris, faites en granite de Normandie. Notons enfin que le granite et ses enclaves de rockallite renferment des silicates de zirconium et de sodium (encolite et elpidite), minéraux fort rares qui n'y avaient pas été observés jusqu'alors et qui démontrent leur communauté d'origine. La question minéralogique de Rockall a donc été élucidée, grâce aux documents recueillis par Charcot. Reste la question géologique.

Les campagnes de sondage effectuées par divers explorateurs, sur le Banc de Rockall avaient fourni des blocs de basalte dont l'origine a été fort discutée. Les uns y ont vu un apport par les glaces de laves noires venant d'Islande ou de Jan Mayen, d'autres les ont considérées comme des débris submergés d'un plateau faisant partie d'une province lithologique qui comprend l'Islande, les Féroé, les Hébrides et le Nord-Est de l'Irlande: Ces basaltes seraient donc en place, là où ils ont été ramenés par la drague.

L'étude des récoltes de Charcot conduit à cette dernière hypothèse, renforcée encore par ce fait que ces blocs de basalte y sont accompagnés par d'autres roches éruptives, trachytes et granite, analogue, sinon identique à celui de Rockall, mais n'en provenant certainement pas, tel est le cas d'un échantillon dragué à 10 milles au Nord de celui-ci. On ne peut donc échapper à la conclusion que le Banc de Rockall est le reste d'une grande terre, d'une grande île volcanique, essentiellement basaltique, mais traversée par des dykes ou des intrusions de roches hyperalcalines diverses.

On reconnaît là une analogie avec la constitution géologique et pétrographique des Hébrides et singulièrement de Skye.

Les déformations structurales que le microscope m'a permis de constater dans un des échantillons du granite dragué sont l'enregistrement des puissantes actions mécaniques qui ont noyé cette grande île sous les eaux de l'Atlantique.

Enfin la structure grenue de l'ensemble des roches de Rockall conduit à une dernière conclusion; cette structure, en effet, est celle des roches n'ayant pas été épanchées au jour, c'est celle des roches ayant cristallisé sous une couverture plus ou moins épaisse. Elle fournit donc la preuve que la terre disparue était montagneuse et même avait une altitude élevée.

Tôt ou tard l'océan qui, sans relâche, attaque Rockall, en aura raison, mais, quoi qu'il arrive à cet égard, le nom de Jean Charcot lui survivra en restant, à tout jamais, attaché au souvenir de l'étude de ce dernier vestige d'un grand naufrage.

INAUGURATION DU BUSTE

DE

RENÉ LOUICHE-DESFONTAINES

Membre de l'Académie des Sciences,

A TREMBLAY, Ille-et-Vilaine,

le dimanche 3 octobre 1937.

DISCOURS DE M. AUGUSTE CHEVALIER

Membre de l'Académie des Sciences.

MONSIEUR LE MINISTRE [1],

MONSIEUR LE MAIRE,

MESDAMES,

MESSIEURS,

C'est un très grand honneur pour moi d'être aujourd'hui le porte-parole de l'Académie des Sciences et du Muséum national d'Histoire naturelle en cette cérémonie qui a pour but d'honorer la mémoire d'un de vos plus glorieux compatriotes, d'un des savants qui ont le mieux servi, et cela avec le plus pur désintéressement, la science, la grande patrie, et qui font le plus d'honneur à la petite patrie natale: la commune de Tremblay et le pays d'Antrain.

---

[1] M. Gasnier-Duparc, ancien Ministre de la Marine.

J'en suis doublement fier: vous fêtez la mémoire d'un savant qui consacra sa vie à servir une cause qui m'est particulièrement chère: l'étude de la flore et l'exploitation végétale des pays d'outremer, tâche à laquelle je me suis donné moi-même tout entier. Enfin Desfontaines est né sur un terroir qui est presque le mien. La Basse-Normandie et votre canton se touchent; s'il est vrai que la nature agit sur les hommes, le Bocage normand et l'Antrainois faisant partie du même « pays » nous devons avoir des affinités de caractère. Nous sommes nés sur les mêmes formations géologiques. Nos forêts et nos landes portent la même flore, nous possédons le même climat biologique. Nous avons la même origine ethnique. Nous sommes des celtes croisés de normands.

*
* *

N'est-il pas profondément réconfortant, au moment où dans tous les pays les forces matérielles et les appétits égoïstes prennent un développement désordonné, ébranlent notre vieille civilisation et tendent à se substituer aux forces spirituelles et culturelles qui ont tiré l'homme occidental des ténèbres de la barbarie dans laquelle vivaient nos lointains ancêtres, il est réconfortant, dis-je, de voir une grande partie de la population de cette jolie bourgade bretonne rassemblée ici pour commémorer le souvenir d'un de ses fils illustres, d'un de ces savants, qui précisément servirent de toute leur âme ce domaine des forces spirituelles et dont l'œuvre, après plus d'un siècle, survit encore pleine de simplicité et d'harmonie et nous rappelle ces phares constamment allumés qui guident le navigateur, aussi bien par les temps calmes que lorsque déferlent les bourrasques.

La France est si riche en célébrités variées: savants, écrivains, artistes, explorateurs, inventeurs, grands capitaines et hardis marins, qu'il n'est guère de petite ville de notre territoire qui n'ait donné le jour à quelque homme illustre dont l'histoire conserve le nom.

Tremblay toutefois, modeste commune de 2000 habitants, dépasse la mesure. Au XVIIIe siècle, à moins de 40 années d'intervalle la paroisse de Tremblay vit naître deux grands savants: d'abord Bertin (Exupère-Joseph), célèbre anatomiste et médecin estimé qui fut à l'Académie royale des Sciences le confrère de Buffon et dont l'éloge fut prononcé après sa mort par Condorcet. Atteint d'une grave maladie, il dut à partir de 1750 quitter Paris pour se retirer dans un petit coin de ce département, à Gahard près de Rennes; il y mourut en 1781.

Sa réputation était si grande, disent les chroniqueurs du temps, que de tous les points de la Bretagne on venait le consulter et lui demander la guérison de maladies inconnues.

Le savant que nous fêtons aujourd'hui, exprimait le désir, d'après Flourens, que si jamais on faisait son éloge, on n'oubliât pas de parler de Bertin, «comme s'il eut craint qu'on s'occupât trop de lui et qu'on ne songeât pas assez aux autres». J'ai donc tenu, au début de cette allocution, à remplir le vœu de Desfontaines. Je me propose de vous entretenir de la vie et de l'œuvre du savant dont le buste se dresse devant nous et je vais essayer de vous montrer pourquoi son nom a survécu et survivra toujours dans les annales de la science française.

René Louiche-Desfontaines, que certains de ses contemporains surnommèrent l'Homère de la Botanique, naquit le 14 février 1750 au village des Fossés (1) dans une vieille maison que nous avons retrouvée. Issu des profondeurs paysannes de ce petit «pays», tout le rattachait au peuple (2). Son père René-Jean Louiche, sieur des Fontaines et sa mère Yvonne Boulmerson (on l'appelait familière-

(1) C'est bien au hameau des Fossés qu'est né René Desfontaines. La maison du bourg sur laquelle a été apposée une plaque de marbre est celle où vécut sa sœur Marie après la Révolution; elle appartenait aussi aux Louiche depuis longtemps.

(2) Le nom de Louiche est probablement d'origine normande. C'est le mot Ludwig (Louis).

ment la Boulmer ou la Boulémy) étaient des cultivateurs aisés, propriétaires d'une terre qu'ils faisaient valoir. Le père était en outre maître-fileur, c'est-à-dire qu'il donnait en hiver de la filasse de chanvre aux fileuses du pays pour filer à la tâche. A cette époque tout le linge utilisé dans les ménages, les trousseaux, la plupart des vêtements, se confectionnaient avec de la toile de chanvre que l'on fabriquait sur place avec le chanvre cultivé sur toutes les fermes. Cette petite industrie familiale procurait une certaine aisance au père Desfontaines, mais ce n'était ni un noble, ni même un bourgeois. Il payait 26 livres de capitation non compris les dîmes et autres taxes, ce qui était beaucoup pour un pays qui ne vendait rien. C'était un notable d'un grand bon sens, comme la plupart des cultivateurs de ces régions de Basse-Bretagne. Il était marguillier de la paroisse; en 1748, d'après les registres paroissiens, René-Jean était en outre un des receveurs de fouages, c'est-à-dire un des collecteurs d'impôts de Tremblay. La mère de René, la Boulmer, était excellente femme d'intérieur et personne pieuse. Sa fille Marie Desfontaines, surnommée M^lle^ Marie des Gontières, sœur du botaniste, hérita de ses vertus. L'Abbé Forget nous rapporte que pendant la Révolution, elle fut la providence du pays, cachant les prêtres non assermentés, secourant les pauvres. Souvent menacée, suspecte aux Bleus, jamais on n'osa l'arrêter à cause de sa charité. Plus tard encore, jusqu'à l'année 1843, date de sa mort, elle consacra ses modestes revenus à secourir les malheureux. Il y a peu d'années encore, on avait gardé son souvenir et on parlait d'elle avec vénération.

Vers la septième année, on mit le jeune René à l'école du bourg dirigée par Pierre Roullier, en même temps écrivain public, horloger et greffier de la paroisse. Ce maître d'école, infatué de sa personne et peu estimé, d'après les informateurs de l'abbé Forget, ne sut pas diriger l'enfant qu'on lui confiait. Soit que René eût dérangé les rouages d'une horloge, soit qu'il lui eût joué quelque tour d'espièglerie, il s'attirait les reproches de son mentor qui se plaisait à dire: «c'est un petit vaurien qui ne fera jamais rien!»

Il alla même jusqu'à le dénoncer à son père comme faisant fréquemment l'école buissonnière, et passant les haies des vergers pour aller voler les pommes. Il faut convenir que pour un futur naturaliste, il était plus tentant, au lieu d'entendre les remontrances du maître d'école, d'aller garder les moutons avec les petits campagnards illettrés et de flâner à travers les landes du pays, cinq ou six fois plus étendues que de nos jours et peuplées au printemps de belles fleurs, de nids d'oiseaux, d'insectes curieux.

Le père se fâcha; il menaça de faire engager le jeune René comme mousse dans la marine, afin de le dresser. Sur les exhortations de la Boulmer, et peut-être aussi de l'Abbé Gilles, ami de la famille, qui l'avait baptisé, on décida de le faire entrer au Collège de Rennes. L'enfant pouvait avoir 12 ou 14 ans. C'était vers 1762-1764. Le Collège de Rennes qui préparait à la vie ecclésiastique une grande partie des prêtres de la région, et qui formait aussi des jeunes laïcs destinés à devenir des médecins ou des magistrats, était célèbre dans toute la Bretagne. La vieille maison d'éducation, située sur l'emplacement du lycée actuel, avait été fondée en 1536; elle avait été dirigée par les Jésuites de 1606 à 1762. A l'époque où Desfontaines y faisait ses études elle se trouvait dans une de ses périodes les plus critiques. Le Parlement de Bretagne était entré en lutte avec les Jésuites qui avaient été expulsés de leur établissement en 1762. Le Collège dont la direction appartenait en théorie à la ville et à ses échevins ne put maintenir son antique splendeur. Le 23 juin 1762, la Cour ordonne que le Collège sera pourvu d'un principal et de professeurs, les uns religieux, les autres laïcs, choisis après examens passés devant les Facultés de Droit. C'est d'ailleurs une lutte sourde entre le Parlement et le corps de ville; l'issue fut du reste favorable aux magistrats, et la ville fut dépossédée d'une partie de ses prérogatives.

Nous sommes parfaitement renseignés sur les programmes scolaires du Collège, à l'époque où René Desfontaines y fit ses études, grâce à un intéressant travail de Mademoiselle G. Durtelle de Saint-

Sauveur, publié en 1918. Il n'existait pas d'internat, les élèves devaient loger en ville, soit chez des parents, soit dans un pensionnat de collégiens. Le collège comprenait 500 ou 600 élèves; certaines classes en avaient une centaine, mais les sujets d'élite étaient vite remarqués et c'est à eux que s'attachaient surtout les maîtres. L'enseignement ne subit pas, semble-t-il, une réforme profonde au départ des Jésuites, le latin et le grec continuèrent d'être les principaux sujets d'étude; pour les actes et exercices de philosophie — excepté pour les exercices de mathématiques et de physique expérimentale — on usa de la langue latine. Comme avant 1762, les sciences ne furent enseignées qu'en philosophie. On fit plus d'histoire et une part plus grande fut faite au français. L'enseignement fut aussi moins dogmatique. L'esprit cartésien et celui de l'Encyclopédie (dont les premiers volumes venaient de paraître) commençaient à souffler en Bretagne. La culture générale au fond en profita, et le jeune René bénéficia de ces réformes. Dès le début de ses études, il eut de bonnes notes; il fut classé dans l'élite. A la première année, dit Flourens, il remporta plusieurs prix et « tout étonné de son succès, il en instruisit son père, en lui recommandant surtout d'en faire part à son ancien maître d'école et de ne pas oublier de lui rappeler la prédiction qu'il ne serait bon à rien.»

De succès en succès Desfontaines arriva à la fin de ses études au Collège. On sait qu'il eut comme condisciples quelques bretons éminents: Félix Bigot de Premeneu, né à Rennes en 1747, qui devint avocat au Parlement, puis député de Paris à l'Assemblée législative et plus tard coopéra à la rédaction du code civil; Guinguéné, né à Rennes en 1748, linguiste et historien renommé qui fut chargé par la Convention de la réorganisation des écoles; enfin Claude Savary, né à Vitré en 1749, célèbre orientaliste, un des fondateurs de l'égyptologie. Il fut l'ami intime et le confident de René.

Nous avons eu la bonne fortune de trouver dans les Archives de l'Académie des Sciences une lettre de Desfontaines, écrite le 10 septembre 1779, à son ami Savary, au sujet des hommes dont les écrits

bouleversaient les anciennes idéologies et étaient lus à cette époque, même dans les séminaires.

« J'ai une nouvelle bien affligeante à t'annoncer, écrit René, celle de la mort de J. J. Rousseau. Quelle perte irréparable pour l'humanité!... Je connaissois un peu M. Rousseau, je l'avois intéressé..., j'aurois pu devenir son ami. Tout cela me fait verser des larmes lorsque je pense qu'il n'existe plus. Rousseau est de tous les hommes celui qui avoit su le mieux trouver la route du cœur pour y faire entrer la vérité. Tu te souviens sans doute encore du plaisir que nous goûtions en lisant ses divins écrits, dignes d'être médités à jamais! »

Puis parlant de l'Académie française qui propose un prix pour un éloge de M. de Voltaire, il blâme la Sorbonne de vouloir s'opposer à cet éloge. « M. de Voltaire, ajoute-t-il, jouira éternellement de la réputation due à son génie, tandis qu'il ne faudra que quelques siècles pour faire rentrer la Sorbonne (il s'agit de la vieille Sorbonne d'avant la Révolution) dans le néant d'où elle est sortie! »

Ces extraits naïfs montrent la pensée philosophique de Desfontaines à sa sortie du Collège de Rennes. C'était déjà un esprit libre et indépendant.

C'est dans ce vieux Collège de Rennes que notre futur savant, tout en se nourrissant des écrits des penseurs de son temps, acquit cette formation de l'esprit, du cœur et du goût, cet esprit positif qui sont l'apanage des bonnes études classiques. En outre les Professeurs virent que René n'avait pas de vocation religieuse. Leur rôle était non seulement d'enseigner, mais aussi de déceler les goûts et les aptitudes, de surveiller les curiosités qui dorment, de stimuler l'effort, d'apprendre à choisir un but et à se diriger vers lui. Ce furent leurs conseils, joints peut-être au souvenir de Bertin, qui l'orientèrent vers la médecine.

En 1773, âgé de 23 ans, Desfontaines arrive à Paris. A cet âge déjà beaucoup d'étudiants achèvent leurs études médicales. Ce n'est pas une raison pour qu'il se presse. Il travaille à sa fantaisie. Peu pas-

sionné pour la médecine, il prendra ses grades, mais il ne se confine pas dans ses études. Au Jardin Royal du quartier Saint Victor, le Jardin des plantes fondé par Louis XIII en 1636, on donne un enseignement scientifique complémentaire de la Médecine beaucoup plus sérieux qui attire quantités d'auditeurs: Buffon et Daubenton pour la zoologie, Vicq d'Azyr pour l'anatomie, les Jussieu pour la botanique y ont une grande célébrité. Notre jeune Breton vient y suivre les cours de Vicq d'Azyr pour lesquels il se passionne, mais bientôt il se sent encore davantage attiré vers la botanique. A ses loisirs il parcourt les plates-bandes de l'École botanique. Bientôt il se présente à Laurent de Jussieu et au chef jardinier du jardin, André Thouin, qui fut plus tard professeur de culture et membre de l'Institut; ils ne sont guère plus âgés que lui. Dès les premières rencontres Laurent de Jussieu constate qu'il a affaire à un sujet exceptionnel qui marquera sa place dans la science. Il l'engage à aller voir M. Lemonnier, professeur de botanique au Jardin des plantes, mais qui n'y vient presque jamais.

Louis-Guillaume Lemonnier (1717-1799), qui fut le protecteur de Desfontaines et le fit arriver très jeune aux postes les plus élevés de la science, descendait d'une famille originaire du Bocage normand, pays voisin de l'Antrainois. C'est peut-être cette communauté d'origine qui contribua à les attirer l'un vers l'autre. Lemonnier avait eu lui-même une carrière des plus brillantes, et il s'était élevé avec rapidité aux situations les plus enviées.

Médecin en chef aux armées, médecin ordinaire du roi Louis XV puis de son successeur, botaniste amateur, il avait su gagner la confiance du souverain et lui inspirer le goût des belles plantes. C'est ainsi qu'on lui confia le soin de créer le jardin de Trianon. Il exerça bientôt une influence considérable à la cour de Versailles auprès de Louis XV d'abord, puis de Louis XVI, de la Reine, des princesses, des favorites.

« Sa pratique de la Médecine, a écrit Cuvier, tenait plus de la prudence que de la hardiesse; il prenait rarement un parti décisif et

cherchait à observer la nature plutôt qu'à la maîtriser ; il ordonnait peu de remèdes, mais ce qui valait mieux que des remèdes c'était l'intérêt qu'il portait à ses malades, l'attention qu'il prenait et surtout l'art qu'il avait de se pénétrer des causes morales de leurs souffrances, art d'autant plus précieux dans le milieu où il vivait que la plupart des maux de cour ont leur source dans les affections de l'âme».

Lemonnier se fit aussi le consolateur particulier d'une charmante femme de la cour, Marie-Louise de Rohan Soubise, Comtesse de Marsan. Elle avait acheté en 1759 le chateau de Montreuil qu'elle aménagea en jardin botanique et elle invita Lemonnier à venir partager sa demeure. Ce fût, pense Cuvier, un amour tout platonique. En 1773, sur les conseils de son amie, Lemonnier se maria et en 1776 il devint acquéreur du château de Montreuil qu'on appelait «la maison des Italiens» (parce que les chantres italiens de Louis XIV y avaient habité). C'est à cette époque que Desfontaines le connut. Un tel milieu avait de quoi enthousiasmer notre étudiant en médecine: la propriété était devenue un paradis terrestre: le parc, les jardins et les serres étaient remplis de plantes rares. Le caractère et la science du jeune breton plurent beaucoup au vieux médecin de souche normande. Il l'encouragea, ne lui ménagea pas les conseils, développa son goût pour la botanique et l'invita à venir souvent à Montreuil. C'était un délassement pour cet homme cultivé, en sortant de l'atmosphère plus ou moins frelatée des palais royaux de pouvoir s'entretenir d'une science qu'il aimait avec un jeune homme enthousiaste de science, ayant gardé toute la fraîcheur de pensée de sa province natale.

En 1779, Desfontaines écrit à Savary:

«Je suis très aimé de M. Lemonnier, premier médecin ordinairedu Roy. C'est un excellent homme qui a des mœurs pures et honnêtes au milieu de la cour, un cœur droit, sensible et bienfaisant; avec toutes ces qualités, chose singulière, il jouit du plus grand crédit. J'ai été plusieurs fois à sa maison de campagne où il possède un jardin de botanique composé d'arbres les plus rares et les plus beaux. M. Lemonnier a déjà fait beaucoup de démarches pour moi, si ses

bons soins continuent, je ne puis manquer de réussir, et je pourrai ainsi rendre des services.»

Les bons soins de M. Lemonnier continuèrent, et René Desfontaines, en effet, réussit.

Dès 1779 Lemonnier présentait à l'Académie des Sciences une note de botanique de son jeune protégé, note de peu d'intérêt, oubliée aujourd'hui. Il l'exhortait à persévérer dans ses recherches.

Desfontaines n'était pas encore Docteur en médecine. Il fallait en finir. En 1781, il n'était encore que bachelier de la Faculté de Paris, mais il avait le titre de Docteur médecin de Reims. A cette époque il existait à Reims une école de médecine qui délivrait les diplômes avec bien plus de facilités que la Faculté de Paris. Beaucoup d'étudiants de la capitale redoutant de ne pouvoir atteindre au doctorat allaient se faire recevoir médecins à Reims. Après avoir reçu le diplôme beaucoup d'étudiants continuaient du reste leurs études à Paris afin d'arriver à ce doctorat plus honorifique. C'est ce que fit Desfontaines.

Le 2 septembre 1782 le bachelier Desfontaines se voit conférer la licence en médecine par le chancelier de Notre Dame. Il se présente à l'acte de Vespérie le 14 octobre 1782, et il reçoit le bonnet doctoral le 17 octobre de la même année.

Après sa soutenance Desfontaines vint encore pendant quelques mois à la Faculté de médecine pour y diriger des dissertations ou des soutenances ainsi qu'en témoignent les comptes-rendus de vacations que nous avons trouvés dans les Archives de la Faculté de Paris. A partir de ce moment il ne sera plus guère question de médecine dans son existence. Il va pouvoir se consacrer tout entier à l'histoire naturelle.

Grâce à la confiance qu'il inspirait au Roi et à l'Académie des Sciences, Lemonnier avait déjà fait donner des missions à une foule de naturalistes-voyageurs pour aller découvrir des plantes nouvelles à travers le monde: Simon et André Michaux étaient allés en Perse, Aublet à Cayenne, Piraud sur les bords de l'Euphrate, Poivre et Son-

nerat aux Indes et dans le pays des épices. Il proposa à son ami Desfontaines une mission analogue, lui laissant le choix entre le Liban et la Barbarie. Desfontaines opta pour ce dernier pays, mais son protecteur voulut lui donner préalablement un témoignage de son amitié et de sa confiance. Il lui conseilla de poser sa candidature avant son départ à un poste d'adjoint botaniste à l'Académie royale des Sciences. L'élection eut lieu le 2 mars 1783. Son concurrent l'Abbé Tessier avait 9 ans de plus que lui. Ils obtinrent le même nombre de voix Tessier fut proclamé élu à la faveur de l'âge; Lemonnier ne se tint pas pour battu; il obtint du roi qu'un poste d'adjoint botaniste surnuméraire soit créé à l'Académie, et le titulaire fut Desfontaines.

Il ne reste plus à notre botaniste qu'à aller s'embarquer pour les États barbaresques. Desfontaines qui a constamment de bons atouts dans son jeu connait précisément le consul de France à Alger, M. de Kercy, qui facilitera beaucoup ces voyages dans l'intérieur jusqu'à l'Atlas et aux confins du désert. Toutefois au dernier moment il décide de se rendre d'abord à Tunis. La Tunisie est en effet beaucoup plus civilisée, beaucoup plus abordable que les républiques gouvernées par le dey d'Alger. Poiret qui fut quelque temps son compagnon de voyage nous dit les difficultés que l'on rencontrait:

«Pour voyager dans ces contrées barbares, dit-il, il faut oublier l'Europe... Il ne faut pas s'imaginer traverser des grandes routes, des chemins battus et ombragés, des lieux de repos et de délassement. Il faut chercher son chemin à travers des broussailles, d'épaisses forêts, des rochers escarpés, des sables brûlants, tantôt arrêté par une rivière qu'il faut passer à gué, par un lac qu'il faut contourner, par des marais; il faut traverser des déserts, parfois mourant de soif, sans trouver de source pour se désaltérer. Enfin le soir, il faut choisir un terrain abrité pour y dresser sa tente, il faut desseller les chevaux, débagager les mules, couper du bois, allumer des feux et prendre tous «les moyens qu'indique la prudence pour se mettre à l'abri des bêtes féroces et des voleurs»

Il fallait aussi s'adapter aux mœurs du pays, fermer les yeux sur

l'intolérance religieuse farouche des Musulmans de ce temps là, supporter parfois des injures et des menaces.

« Tout étranger se rendant à Tunis ou dans tout autre lieu de la Barbarie, écrit Desfontaines à Lemonnier, doit se conformer aux usages du pays... Il faut aussi éviter de parler de la religion; le bien que l'on pourrait dire paraîtrait suspect, et si l'on en parlait mal, on s'exposerait. L'on doit pareillement user de la plus grande retenue avec les femmes. »

A toutes ces difficultés Desfontaines sût admirablement se plier. Bien mieux, il sut se concilier partout les sympathies des grands chefs turcs ou arabes. A Lemonnier, il écrivait parlant du bey de Tunis: « Les témoignages de bienveillance que j'ai reçus de lui pendant mon séjour ne s'effaceront jamais de mon souvenir. C'est à ses bontés que je dois toutes les facilités dont j'ai joui pendant le cours de mes voyages. Il ne m'a jamais refusé aucune des grâces que je lui ai demandées et souvent même il est allé au-delà de mes désirs. »

Mais le bey et les deys n'étaient pas toujours là; il fallait frôler constamment des dangers, risquer sa vie; il fallait aussi éviter la peste qui sévissait dans le pays.

Le 16 août 1783, il s'embarquait donc à Marseille et le 25 il débarquait dans le port de Tunis. Il resta environ deux années sur la terre d'Afrique, mais comme il dut perdre beaucoup de temps dans les villes et dans les ports pour organiser ses voyages, ses périgrinations ne prirent au total qu'une quinzaine de mois. Desfontaines n'a laissé aucune relation de ses voyages, mais pendant son exploration, il écrivit plusieurs lettres à Lemonnier lui rendant compte de ses travaux. Quatre de ces lettres ont été conservées et publiées et permettent de suivre ses explorations les plus importantes. Il pénétra jusqu'au cœur du pays et aux confins du Sahara, visita Gafsa, le Djerid, l'oasis de Tozeur. En Algérie, il visita le pays de Bône et La Calle; il se rendit d'Alger à Constantine, puis d'Alger à Tlemcen et jusqu'aux confins du Maroc. Il gravit les principaux contreforts de l'Atlas aborda les Hauts Plateaux et la région des Chotts. Pour la plupart de ces

voyages il se joignit aux caravanes du bey de Tunis chargées de lever l'impôt chez les Arabes dans le Sud et en Algérie aux expéditions des deys allant guerroyer contre les tribus insoumises.

On conçoit combien de telles expéditions comportaient de difficultés et de dangers. Ses connaissances en médecine et le titre de médecin du bey qui lui fut donné peu de temps après son débarquement lui servirent beaucoup au cours de ses déplacements. Néanmoins il ne fut pas maître de ses mouvements; il dut se plier constamment aux circonstances; il le fit toujours avec prudence et habileté. Il était toujours armé en guerre à la manière des Arabes: une grosse ceinture de cuir garnie de bonnes cartouches, une paire de pistolets, une espèce de poignard, un sabre et un fusil, telle était à peu près l'armure. Drôle d'accoutrement pour faire de la botanique et recueillir des insectes!

A tous les dangers René Desfontaines sut échapper. Sa souplesse de caractère; son savoir faire, son esprit de tolérance, sa prudence, sa bonté, son dévouement à l'égard des malades ou des malheureux lui procurèrent partout des protections efficaces. Au cours de l'automne 1785, il s'embarquait à Bône pour rentrer en France rapportant un magnifique butin.

A la séance du 1er avril 1786, il vint à l'Académie royale des Sciences pour exposer sommairement les résultats de son voyage. Pendant son absence ses confrères de l'Académie l'avaient élu associé de la classe de botanique et agriculture. Ses recherches avaient porté sur la géographie, sur les antiquités romaines, sur les mœurs des habitants berbères et arabes, enfin sur l'histoire naturelle et plus particulièrement sur la botanique; il avait rapporté un grand nombre d'oiseaux qu'il étudia lui-même, plus de 1500 insectes; il avait découvert un poisson très curieux vivant dans les eaux chaudes de Gafsa que Lacépède lui dédia, c'est l'*Astatotilapia Desfontainesi*. Enfin il rapportait à Buffon qui ne le connaissait pas encore le singe pithèque d'Algérie. Il insistait particulièrement sur ses découvertes botaniques. Parmi les 2000 espèces de plantes qu'il avait recueillies,

il y en avait 1200 qui étaient fort rares et environ 300 qui étaient nouvelles. Sur certains végétaux utiles il rapportait des renseignements précieux, notamment sur la culture du Dattier dans les oasis du Djerid; il avait découvert le blé dur cultivé par les Arabes et le Chêne Ballote de l'Atlas, variété de Chêne vert alors exploitée en grand pour ses glands doux dont se nourrissaient les Berbères, enfin le *Zizyphus lotus*, jujubier fournissant des fruits comestibles dont s'étaient nourris les anciens Lotophages. Enfin il décrivit plus tard, sous le nom de *Pistacia atlantica*, un grand Pistachier vivant sur les confins du Sahara et qui donnait un mastic comparable à celui que l'on récoltait dans l'île Chio, et que Tournefort avait fait connaître.

Peu de voyages accomplis dans des conditions aussi difficiles, avec si peu de moyens, avaient donné d'aussi remarquables résultats.

C'est alors que Lemonnier se souvint de la promesse qu'il avait faite à son jeune protégé. De plus en plus absorbé par ses fonctions de Médecin du Roi, retenu pendant ses rares loisirs dans sa belle propriété de Montreuil, il avait décidé d'abandonner sa place de professeur au Jardin du Roi et il désirait qu'elle fut donnée à Desfontaines, mais c'est Buffon qui avait par sa fonction le droit de nomination aux places de Professeur. En dehors de Desfontaines deux botanistes déjà célèbres pouvaient aspirer à ce poste: Laurent de Jussieu qui n'était que démonstrateur et qui depuis longtemps suppléait Lemonnier, et Lamarck qui venait de publier sa flore de France; à la suite de cette publication il avait été nommé «botaniste du Roi» et il s'était mis à étudier les herbiers du Cabinet royal dont Daubenton était le conservateur; il était en outre l'ami de Buffon. Mais Lemonnier voulait Desfontaines comme successeur. Craignant de donner sa démission et de voir un autre que son ami en profiter, il fit pressentir M. de Buffon qui ne prit aucun engagement.

«Buffon accepta la démission, dit P. de Candolle, il se divertit à laisser attendre sa réponse pendant deux mortelles journées; puis il nomma Desfontaines d'une manière très gracieuse et comme s'il voulait lui faire entendre qu'il le nommait pour lui et non pour son protecteur».

Après un recul de 150 ans, nous pouvons aujourd'hui porter un jugement sur cette décision. Elle n'était peut-être pas juste, mais nous croyons pourtant qu'en la prenant Lemonnier et Buffon servirent bien les intérêts de la science.

Laurent de Jussieu, et Lamarck surtout, étaient deux hommes d'un immense génie, mais occupés avant tout de leurs recherches ils risquaient de laisser péricliter la chaire illustrée par Fagon et Tournefort. Desfontaines savant plus modeste, mais aussi homme plus méthodique, plus habile manœuvrier semblait plus apte à devenir l'organisateur d'un service de botanique au Jardin des Plantes. Il allait en effet révéler ses qualités, et la part qu'il prit à la fondation du Muséum montra qu'il était l'homme par excellence pour occuper la chaire et pour rajeunir le service auquel on l'attachait.

C'est en effet à Desfontaines et à quelques-uns de ses Collègues, principalement Daubenton, Thouin et Lacépède que le Muséum national d'Histoire naturelle doit sa fondation. Après la mort de Buffon et dès les premières agitations de la Révolution on se demanda si le Jardin royal n'allait pas succomber. Le 20 août 1790, les officiers du Jardin du Roi et du cabinet d'Histoire naturelle se constituèrent en Assemblée délibérante; le 27 août cette Assemblée se réunit. Daubenton et Desfontaines furent chargés d'étudier les réformes à faire. C'est alors qu'ils rédigèrent les premiers projets pour l'organisation d'un Muséum, projets qui furent transmis à l'assemblée législative.

Le 10 Juin 1793 était signé, sur la proposition de Lakanal, ami de Desfontaines, le décret créant le Muséum. Quatre jours après, les douze professeurs se réunissent pour la première fois en Assemblée et nomment Daubenton président et Desfontaines secrétaire du Bureau provisoire. Bientôt Daubenton fut nommé Directeur et Desfontaines secrétaire du Muséum pour les années 1793-1794. Desfontaines prit aussi une grande part à la création de la ménagerie. Le 13 novembre 1793 le Comité d'Instruction publique de la Convention nationale prit connaissance des lettres de Desfontaines relatives à l'installation de la ménagerie du Muséum (Procès-verbaux annexes de

la séance du 23 brumaire an III). Thouin et Desfontaines avaient inventorié précédemment les animaux des ménageries royales de Versailles et du Raincy. A la même époque la bibliothèque du Muséum était fondée et elle allait être ouverte au public le 7 septembre 1797. En collaboration avec Thouin et Jussieu, Desfontaines contribua beaucoup à l'enrichir en allant puiser dans les bibliothèques des couvents et des émigrés, dans celle de l'Académie des Sciences qui venait d'être supprimée (les manuscrits de Plumier en proviennent), en faisant venir de la Bibliothèque Nationale la collection des Velins du Roi, etc. . . Malgré la crise financière qui sévissait en France de nombreux aménagements surgissaient au Muséum: en 1795 le grand amphithéâtre était ouvert, des serres nouvelles étaient créées. Toutes ces améliorations venaient des sympathies que le Muséum avait su se créer auprès des dirigeants de la Convention, et plus tard du Directoire et du Consulat.

Pendant ce temps notre savant vivait dans une simplicité virgilienne. Desfontaines n'avait jamais eu le goût du monde. «A l'époque de la Révolution, a écrit P. de Candolle, il s'était accoutumé à une vie casanière, toute vouée à l'intimité; chaque soir il se rendait chez son collègue Thouin où se trouvaient quelques hommes dont la réunion n'était pas sans intérêt. Le savant professeur de culture du Muséum avait, en véritable patriarche, conservé les mœurs et l'habitation de son père, jardinier de l'établissement; c'était dans la modeste cuisine et autour de l'âtre où cuisait son frugal souper qu'on voyait chaque soir réunis, et les Académiciens Thouin et Desfontaines qui par leur science servaient de guides à l'Assemblée, et le peintre Van Spaendonck qui aimait à y rappeler les anecdotes de l'ancienne Cour, et le géologue Faujas de Saint Fond, dont la conversation volcanique, comme le sujet de ses études, animait toute l'assistance, et le garçon jardinier Jean Thouin frère de l'académicien qui par sa gaîté et sa raillerie tempérait la gravité des doyens; et enfin l'un des membres du Directoire La Réveillière Lepeaux qui s'échappait des lambris dorés du Luxembourg pour entendre par-

ler de science et faire diversion aux soucis du Gouvernement.» On sait que La Réveillière, ancien Directeur du Jardin botanique d'Angers et député à la Convention avait dû se cacher, sous la Terreur, dans la forêt de Montmorency, en compagnie du botaniste Bosc d'Anty.

Quant à Desfontaines, complètement étranger à la politique, il comptait cependant parmi les conventionnels quelques amis. On le savait désintéressé et dévoué au pays. A plusieurs reprises, il mit ses relations à contribution pour sauver ses amis. «Dévoué à l'amitié et au mérite malheureux, il ne quittait sa retraite que pour rendre quelque service; c'est ainsi qu'ayant apprécié le talent et le caractère du grand naturaliste que l'exploration des Pyrénées a rendu célèbre, Ramond de Carbonnière, lorsqu'il le vit à la suite de sa courageuse résistance contre l'anarchie, dans l'Assemblée Législative, incarcéré et menacé, il n'hésita point, presque seul parmi ses amis, à aller le visiter, à lui porter des consolations et à faire des efforts heureux pour sa libération; le botaniste L'Héritier ayant été, par suite d'une basse vengeance, mis en prison et menacé de mort, Desfontaines se joignit à son ami Thouin pour demander sa grâce; ils obtinrent un sursis au jugement et ils le sauvèrent d'une mort qui paraissait inévitable. L'orientaliste Dureau de la Malle assurait de même plus tard qu'il devait aussi la vie à Desfontaines. Le nombre des personnes qu'il a ainsi sauvées est sans doute plus grand, mais très discret il n'en parlait jamais. Le jeune Mirbel ayant déserté et étant allé accompagner Ramond dans ses excursions dans les Pyrénées, celui-ci le renvoya à Desfontaines en le priant d'intervenir pour le faire grâcier. Aidé de Chaptal, il obtint une amnistie plénière. Mirbel fut aussitôt nommé aide-naturaliste au Muséum. Il allait devenir par la suite intendant de l'Impératrice Joséphine à son jardin de la Malmaison, puis Ministre du roi Louis de Hollande, membre de l'Institut et enfin sous la Restauration directeur de la Police de Paris.

On voit combien l'influence de Desfontaines était grande, mais il

fallait aussi un certain courage pour intercéder dans ces temps troubles en faveur de ceux qui étaient suspects.

Les appuis qu'il avait su se concilier à la Convention, il sut aussi, les utiliser pour poursuivre les travaux scientifiques auxquels il consacrait sa vie. Il fit créer dans son service un poste d'aide-naturaliste pour Deleuze. En juillet 1793, il avait fait attacher au Muséum les deux Redouté ainsi que Maréchal, artistes de grand talent. Il les utilisa aussitôt pour faire dessiner les plantes de son voyage en Barbarie. Les merveilleuses planches qu'on leur doit ont beaucoup contribué à la réputation de la *Flora atlantica*. Pour la publication de ce grand ouvrage, il fallut encore le concours de la Convention nationale.

L'Académie royale des Sciences s'était engagée dès le retour d'Afrique de Desfontaines à prendre à sa charge les frais de cette publication. La Convention ayant supprimé en date du 8 août 1793 toutes les Académies, Desfontaines n'avait plus la possibilité de publier son grand travail. Payant d'audace, il eut recours à la Convention elle-même et cela au moment où les caisses de l'État étaient presque vides. Il réussit!

Dès le 10 août 1793, Lavoisier avait saisi le Comité des Finances de la Convention de l'utilité qu'il y avait de faire graver aux frais de l'État les planches relatives au voyage en Barbarie. Lavoisier fut bientôt emprisonné et envoyé sur l'échafaud; le projet allait être abandonné si Desfontaines lui-même ne l'avait soumis au Gouvernement. Le 9 ventôse an II (27 février 1794), le Comité d'Instruction publique de la Convention décidait de prendre à sa charge la gravure des planches, le Gouvernement estimant que l'ouvrage «en ajoutant aux connaissances acquises offre des vues d'utilité économique, commerciale et publique». En conséquence la Convention accorda une somme de 5000 livres pour faire graver une partie des planches. Le citoyen Desfontaines devait mettre 25 exemplaires de son ouvrage à la disposition de la République. L'ouvrage parut par fascicules à partir de l'an VI (1798). Il fut terminé en 1800. C'est un monument du-

rable: il faisait honneur à l'auteur, aux dessinateurs, et à ceux qui avaient permis la réalisation de cette œuvre.

Toutefois Desfontaines ne consacrait qu'une partie de son temps à la recherche. Homme de devoir, profondément attaché à sa fonction il se dévouait de toute son âme à toutes les tâches dont il était chargé. Il avait déjà organisé son enseignement avant la Révolution. Il le développa ensuite considérablement. Son cours avait lieu dans le jardin même à 7 heures du matin, 3 fois par semaine pendant les mois de mai à août inclus; il suivait celui de Thouin qui avait lieu à 6 heures, mais était destiné aux jardiniers. Il comprenait environ 72 leçons de botanique, les unes consacrées à la botanique en général et la physiologie (on l'appelait alors la physique végétale), les autres à l'exposition des familles, des genres et des espèces les plus intéressantes. Pendant la Révolution, Desfontaines fit aussi des cours populaires de vulgarisation qui furent publiés dans la *Décade philosophique*, une des rares revues encouragées par la Convention.

Lorsque la tourmente s'apaisa notre savant vit accourir à ses conférences, malgré l'heure matinale, un nombre considérable d'auditeurs. On en comptait 500 à 600 à chaque leçon. Il les fit alors dans le grand amphithéâtre actuel qui, comme l'on sait, avait été ouvert en 1795. Un assez grand nombre de femmes attirées à la botanique par les lettres de Jean-Jacques Rousseau sur la Botanique accoururent à ses conférences; on leur réserva une enceinte spéciale. On dit même que Joséphine de Beauharnais y vint quelquefois, mais l'heure était bien matinale pour elle! Ce qui est certain c'est que Bonaparte se déclara dès 1798, le « protecteur du Jardin des Plantes » et plus d'une fois entre les campagnes d'Italie et d'Égypte, il vint siéger, en compagnie de Lacépède, à l'Académie des Sciences rétablie en 1795 et dont il fut membre de la Section de Mécanique.

Desfontaines n'eût pas seulement à ses leçons de grandes dames. Il sut aussi grouper autour de lui un grand nombre de disciples qui devinrent à leur tour des savants après qu'il les eut initiés à la botanique.

Qu'il nous suffise de citer les noms de Delile, Mirbel, Bonpland, Pyrame de Candolle, Jacquemont; il en est quantité d'autres!

A cette époque, il consacra aussi une grande partie de son temps au classement des plantes vivantes du jardin.

«Dès qu'il eut achevé la publication de la Flore atlantique, écrira plus tard, Pyrame de Candolle son plus fervent élève, il reprit avec l'ardeur d'un néophyte les soins relatifs au Jardin des Plantes qu'il aimait presque comme une sorte de patrie; d'un côté il en dirigeait activement l'administration, de l'autre il s'occupait de déterminer avec précision la nomenclature. Dès cette époque (1800) et jusqu'à son extrême vieillesse, on le voyait travailler dans l'École de Botanique, y porter ses livres et son herbier pour faciliter la dénomination des espèces et lutter contre les erreurs perpétuellement renaissantes que les graines mal nommées ou les transpositions de plantes font naître sans cesse dans les grands jardins. Ni l'ardeur du soleil, ni la rigueur de la saison, n'arrêtaient ce zèle pour un travail ingrat, dont il ne pouvait résulter aucune gloire que celle de remplir son devoir avec conscience».

Il passe de même en revue toutes les plantes cultivées dans les serres du Muséum, et il décrit toutes celles qui lui paraissent nouvelles. Son Jardin des Plantes est constamment tenu à jour et il en publie un Catalogue en 1804, Catalogue réédité et très accrû en 1815 et en 1829 (celui-ci suivi d'un dernier supplément en 1831), Catalogue qu'on n'avait jamais fait avant lui et qu'on n'a plus réimprimé jusqu'à ce jour.

Avec la collaboration de Thouin l'École botanique fut replantée sous sa direction en 1814, en suivant la classification de Laurent de Jussieu.

Il avait projeté de publier pour les étudiants et les amateurs un ouvrage de vulgarisation qui aurait contenu la description de tous les principaux végétaux cultivés ou spontanés en France. Ce livre ne fut réalisé que bien plus tard par Decaisne en collaboration avec Le Maout. C'est leur flore des jardins et des champs. Toutefois, il

voulut donner une suite au Traité des Arbres et arbustes qui se cultivent en France en pleine terre, Traité publié par Duhamel du Monceau qui remontait à 1755 et qui n'était plus à jour. Il fit en réalité un autre ouvrage bien plus complet et parfois rempli de vues originales.

Le principal titre de gloire de Desfontaines est d'avoir été en quelque sorte le fondateur de notre herbier national du Muséum. Jusqu'à lui, il existait bien dans le Cabinet du Jardin du Roi quelques herbiers particuliers, celui de Fagon, celui de Tournefort, celui de Vaillant, etc... Les Jussieu avaient leur herbier personnel, Lamarck et Desfontaines avaient aussi chacun leur herbier propre. Mais personne jusque là n'avait songé à fusionner divers herbiers dans un seul, de manière à constituer un herbier général où seraient rassemblées toutes les espèces végétales connues, rangées méthodiquement pour en permettre l'étude systématique suivant l'ordre naturel. Buffon n'était point partisan ni de telles collections ni de pareille classification. Il voulait que le Cabinet eût de l'éclat, que la curiosité fut excitée par les contrastes. Le but d'une collection générale était atteint lorsqu'elle captivait l'attention. Évidemment un herbier ne dit pas grand'chose à un profane. Il préfère contempler les plantes vivantes, soit dans la nature (c'était le but des herborisations de M. de Jussieu), soit les observer cultivées dans le jardin ou dans les serres. Aujourd'hui l'Herbier a une immense importance au point de vue scientifique. Il permet d'abord de conserver les types, c'est-à-dire le premier spécimen décrit pour chaque espèce. Évidemment chaque grand Herbier ne les possède pas tous; chacun a les siens. L'Herbier de Paris est très riche en types de la période 1780-1830, et ceci nous le devons à Desfontaines. De tous les pays du monde les botanistes systématiciens viennent aujourd'hui consulter ces types à l'Herbier de Paris.

Jusqu'à la fondation du Muséum on n'avait pas de place pour classer les herbiers. Ils étaient entassés pêle-mêle dans un coin du cabinet. Lamarck avait proposé plusieurs fois de les mettre en ordre,

mais il fallait un local pour les classer et c'est ce qu'on n'avait encore pu obtenir.

Or, après la fondation du Muséum, en 1793, les immeubles annexés au jardin s'accrurent rapidemment. On acheta, vers 1800, une grande maison, aujourd'hui disparue, la maison Léger qui s'étendait de l'entrée actuelle, 57, rue Cuvier jusque près de l'Hôtel de Magny dont on a fait la Direction. A l'Assemblée des Professeurs, en 1802, Desfontaines obtint que le premier étage de cette maison serait arrangé pour qu'on puisse y loger les collections botaniques. Les travaux ne furent terminés qu'en 1807. En 1808 toutes les collections y furent transportées et c'est Desfontaines qui fut chargé de l'arrangement, de la conservation et du classement de ces herbiers.

Dès ce moment, il décida de fusionner tous les herbiers spéciaux en un herbier général dont le noyau fut fourni par les plantes de Vaillant. Il s'attela seul à cette tâche et y consacra ses journées et ses veilles pendant une vingtaine d'années. Il revoyait toutes les déterminations et ajoutait presque toujours une étiquette écrite de sa main. Travail ingrat s'il en fut, mais combien utile!

En 1823, écrit M. Henri Lecomte, l'Herbier du Muséum occupait une des trois salles consacrées aux collections botaniques et se composait de 600 paquets, dont 340 correspondant à l'herbier général, et contenant 25000 espèces. Les herbiers particuliers renfermaient en outre un ensemble de plus de 6000 espèces. Il en existait près de 40000 lorsqu'en 1838 l'Herbier fut transporté dans les galeries nouvelles, sur la rue de Buffon, galeries botaniques que nous avons connues jusqu'en 1936. Actuellement à la suite des explorations botaniques qui se poursuivent sur toute la terre, on connait plus de 200000 espèces végétales, mais hélas nous sommes loin de posséder la totalité au Muséum!

De l'avis de tous les botanistes autorisés, la collection de plantes réunies au Muséum, lorsque Desfontaines mourut en 1833, était de beaucoup la plus importante et la plus complète de tous les musées du globe. Elle était aussi la plus riche en types. Nous avons le de-

voir de maintenir cette collection au rang élevé qu'elle avait acquis, il y a déjà un siècle, grâce à Desfontaines. Des collections qui existaient àpeine à cette époque: le British Museum, Kew, Berlin, Washington, Genève sont devenues des rivales importantes. Ce qui fait surtout la renommée de notre herbier ce sont les types précieux de l'époque Desfontaines: de Lamarck, de Poiret, de Michaux, de Candolle, de Humboldt et Bonpland, de Delile, d'Auguste de Saint-Hilaire, de Desfontaines lui-même et d'un grand nombre d'autres naturalistes.

Vous voyez que c'est surtout à un travail acharné, ingrat, presque matériel que Desfontaines voua sa vie. Ce travail dont ses successeurs profitent aujourd'hui a rendu et rend encore de grands services à la collectivité des botanistes du monde entier. Chaque année des savants des pays les plus éloignés viennent consulter l'Herbier général et les herbiers historiques du Muséum. Bien peu se doutent que c'est à Desfontaines qu'ils doivent cette organisation qui reste évidemment à perfectionner, mais à laquelle le grand botaniste breton avait dès l'origine, malgré un manque absolu de moyens, donné une constitution dont on peut encore s'inspirer aujourd'hui.

Les honneurs arrivèrent de toutes parts à ce grand savant sans qu'il les recherchât. Lors de la fondation de l'Institut National, en 1795, il fut compris avec Lamarck dans la première série des membres de la Section de botanique et physique végétale de la Classe des Sciences. Il fut aussi parmi les premiers savants auxquels fut accordée la Légion d'honneur lors de la création de cet ordre.

En 1803, ses Collègues l'élurent directeur du Muséum pour l'année. La même année il était élu Vice-Président pour la Classe des sciences à l'Institut, et en 1804, il en était Président.

Les circonstances voulurent que cette même année ce fut cette classe (l'Académie des Sciences) qui fut chargée de présenter à Napoléon, lors de son couronnement, les félicitations de l'Institut de France. La cérémonie eût lieu le 20 frimaire an XIII. Desfontaines adressa à l'Empereur les compliments collectifs du corps qui l'avait délégué. «Je me fais gloire d'être membre de ce corps célèbre, lui

répondit Napoléon. Toutes les fois que j'ai assisté à ses séances, j'ai eu occasion de me convaincre des talents et du bon esprit de ceux qui le composent. Je vous accorderai toujours la protection qui vous sera nécessaire pour maintenir la nation française dans l'état d'élévation où elle est parvenue sous le rapport des sciences, des lettres et des arts».

Desfontaines entretenait du reste des relations excellentes et assez fréquentes avec le Jardin de la Malmaison où l'Impératrice Joséphine vivait au milieu des belles plantes et des petits animaux de ménagerie. Les botanistes et jardiniers qui y étaient attachés sortaient pour la plupart du Jardin des Plantes.

Lorsque fut créé en 1808 l'Enseignement supérieur dans les Facultés, on le nomma Professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Paris, mais, trop attaché au Muséum auquel il voulait donner tous son temps, il se fit suppléer par Mirbel. Il fit partie de l'Académie de Médecine dès qu'elle fut créée. Il était membre depuis longtemps de la Société centrale d'agriculture, devenue de nos jours l'Académie d'agriculture, de l'Académie de Dijon; il avait été l'un des fondateurs de la Société d'Histoire naturelle de Paris.

De sa vie privée, nous savons relativement peu de choses, tant il était discret, tant il aimait qu'on parlât d'autre chose que de lui. «Dans son âme, a dit Flourens, l'auteur de son éloge à l'Académie des Sciences, il y avait deux choses dont l'accord aura toujours sur les hommes un effet assuré, l'accord d'une indulgente bonhomie et de la vertu.»

Pyrame de Candolle, le grand botaniste genevois qui fut, semble-t-il, l'élève préféré de Desfontaines, en parle dans la notice qu'il lui a consacrée avec émotion. «Il fut, dit-il, l'un des hommes les plus excellents qu'on ait pu rencontrer, en même temps que l'un des savants les plus distingués de notre époque. Je ne crains point de le dire, je lui ai eu de grandes obligations, je lui avais voué l'attachement le plus profond et le plus sincère.»

Le Conservatoire de Botanique de la Ville de Genève a eu l'obligeance de nous communiquer 18 lettres inédites de Desfontaines à

de Candolle que nous comptons publier prochainement. Elles montrent avec quelle affection le vaillant botaniste exhortait ses élèves au travail, avec quelle franchise et quelle simplicité il leur livrait toutes ses pensées. Pyrame de Candolle était bien vraiment le confident de sa vie!

Ses liens avec le pays natal s'étaient un peu relachés pendant les années de la Révolution et de l'Empire, mais en 1812 cependant il écrit à de Candolle, qu'il vient de passer quatre mois en Bretagne au cours desquels il s'est bien reposé!

De temps en temps sa sœur, M^lle^ Marie des Gontières, qu'il aimait tendrement, quittait bien le bourg de Tremblay pour venir l'entourer des soins de son amitié, mais elle ne pouvait rester longtemps éloignée de ses habitudes et de ses pénates. Il commença à sentir une sorte de vide et de solitude auprès de lui. La vieillesse approchait. En 1814, ayant rencontré une toute jeune personne sans fortune, M^lle^ Angélique-Françoise Perrasset, occupant un emploi très modeste au Jardin des Plantes, «mais d'un caractère ouvert et agréable», il la choisit pour la compagne de sa vie et se maria à l'âge de 64 ans. «Cette union, dit de Candolle, commença sous les plus heureux auspices, et ses lettres d'alors parlaient souvent de son bonheur». Il devint père d'une fille, Maria, née le 10 novembre 1815 au Jardin du Roi, qui fit par la suite toute sa joie. Madame Desfontaines fit une seconde maternité en 1820 qui fut très malheureuse. L'enfant mourut dès la naissance et la mère restée malade perdit la raison. Le 2 Juillet 1820, il annonçait le malheur à A. P. de Candolle en ces termes: «vous jugerez, mon ami, d'après ces détails, combien je suis à plaindre et combien la fin de ma carrière est douloureuse.»

Le vieux botaniste espéra longtemps que les facultés de sa femme allaient se rétablir. Il n'en fut rien. Il fallut se séparer d'elle et la placer dans une maison de santé. C'est dans le travail qu'il trouva des consolations et aussi en se consacrant à l'éducation de sa fille. Il eût le bonheur, quelques semaines avant de mourir, de la voir s'unir à un jeune cousin plein d'avenir, Aimé Louiche Desfontaines, descendant de Julien, oncle du botaniste. Cet Aimé Desfontaines, fils de

Jean-René, Ingénieur en chef des Mines, né à Vessey (Manche), était donc le petit neveu à la mode de Bretagne du savant naturaliste. Il s'en était occupé comme s'il eut été son propre fils et l'avait guidé dans ses études. Entré le premier à l'École polytechnique en 1821, il en était sorti le premier et avait choisi les Ponts et Chaussées comme carrière.

Les dernières années de René Desfontaines, nous l'avons dit, furent des plus tristes. Il conserva encore son activité jusque vers 78 ans, «mais peu à peu, dit de Candolle, ses sens lui refusèrent leur service; sa vue si perçante, jadis, se troubla graduellement, et vers l'âge de 80 ans il tomba presque aveugle. Il conservait, dans cet état, la gaîté douce et bienveillante de son cœur, et la lucidité de son esprit; il aimait à parler encore de botanique et des observations qui lui paraissaient importantes à tenter; il se faisait conduire dans les serres et se réjouissait quand il avait su reconnaître au tact les plantes qu'il y rencontrait.» Il dicta alors, d'après ses anciens souvenirs des notes instructives sur ses voyages. On était en effet au début de la conquête de l'Algérie et il était un des rares voyageurs ayant pu pénétrer 45 ans plus tôt dans l'intérieur de cette contrée. Un catarrhe violent l'emporta le 16 novembre 1833, à l'âge de 83 ans. Sa mort fut un deuil général pour le Muséum d'Histoire naturelle. Ses collègues, le personnel scientifique, les employés et les gardes lui avaient voué depuis longtemps des sentiments de vénération. Ses obsèques eurent lieu le 18 novembre à l'église Saint-Médard. Sur sa tombe deux de ses anciens élèves, devenus ses Collègues au Muséum et à l'Académie des Sciences, Adrien de Jussieu et de Mirbel retracèrent sa vie et rendirent hommage à son œuvre.

Son gendre, Aimé Desfontaines, fit une brillante carrière; il fut Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et mourut à Meaux le 10 octobre 1867. Sa fille Maria est décédé le 22 mars 1889 à Ivry sur Seine. Ils avaient eu une fille mariée à un M. Pihoret; elle mourut sans enfants en 1867.

La descendance du savant est donc éteinte. A notre connaissance

tous les descendants des Louiche Desfontaines de Tremblay sont également disparus; le dernier survivant Henry-René, né à Granville (Manche), descendant aussi de Julien, est mort à Paris, comme avocat à la Cour en 1936.

Cette famille, qui tire ses origines de Tremblay, a donné tour à tour au pays un savant, un ingénieur des mines, un ingénieur des Ponts et Chaussées, un commandant du génie, un distingué avocat. Un tel ensemble d'élites fait grand honneur à la petite cité qui nous accueille aujourd'hui pour fêter un de ses plus glorieux enfants.

*
* *

Plus d'un siècle s'est déjà écoulé depuis la mort de votre grand compatriote. Avec le recul du temps, on peut porter un jugement serein et en quelque sorte définitif sur son œuvre.

Desfontaines fut un grand savant dont la carrière laborieuse et féconde fut constamment employée à servir la science.

Nous ne le placerons pas sur les mêmes cîmes que Linné, Haller, Adanson, Laurent de Jussieu, Lamarck qui furent de remarquables génies, ouvrant de larges avenues nouvelles à la science. Mais au-dessous des pionniers géniaux de la science il y a les grands hommes, grands dans leur temps et qui sans avoir émis d'idées nouvelles géniales ont fait cependant progresser la science qui sans cesse efface et recommence et n'est qu'un continuel devenir. René Desfontaines est de ceux-ci. Il eût toutes les qualités du savant: une passion instinctive pour l'étude, le goût pour la recherche désintéressée, une grande indépendance d'esprit. Mais quand il aborde un problème d'ordre général, tel celui de l'irritabilité des organes sexuels des plantes, l'organisation des monocotylédones, il ne fait que l'effleurer et n'apporte pas de solution définitive. Aussi ses publications de physique végétale ne sont-elles plus consultées aujourd'hui.

Par contre, en botanique systématique où il y avait moins à inno-

ver il a fait œuvre durable, et tant qu'il y aura des botanistes cherchant à classer et à nommer les végétaux dispersés sur notre globe, à les grouper méthodiquement, à en séparer les espèces, il faudra toujours se reporter aux travaux de Desfontaines.

La *Flora atlantica* est encore aujourd'hui le vade-mecum des botanistes algériens et tunisiens qui veulent aller aux sources. La fondation des *Annales du Muséum*, lui permit de décrire de 1802 à 1807 dans diverses notes accompagnées de belles planches des plantes nouvelles ou peu connues qui avaient fleuri dans les serres, notes qui gardent toute leur valeur. Son mémoire sur les plantes du Corollaire de Tournefort, publié en 1807-1808, accompagné de planches somptueuses d'Aubriet, constitue aussi une œuvre durable.

Enfin en faisant la révision de l'herbier du Muséum, il a pu enrichir la science d'un assez grand nombre de genres qui ont été maintenus et dont les descriptions accompagnées de remarquables dessins lui valent encore aujourd'hui les suffrages des botanistes.

Desfontaines fut un courageux et habile explorateur scientifique. En accomplissant seul, de 1783 à 1785, son grand voyage à travers les districts les plus fermés de l'Afrique du Nord, il courait les plus grands risques. Il sut se placer habilement, sous la sauvegarde du bey et des deys en leur servant de médecin. Malgré cela sa vie pouvait être à tout instant en danger dans un pays fanatique où le pillage du faible par le fort était la règle. En outre, dans plusieurs localités où il vécut, la peste existait souvent à l'état endémique et faisait des hécatombes.

Il ne fallait commettre aucune imprudence; cependant sa passion pour la recherche des plantes l'entraînait parfois loin de ceux qui veillaient sur sa sécurité, et plus d'une fois il se rencontra avec des bandits qui ne le tuèrent pas parce qu'ils craignaient les représailles des chefs sous la protection desquels il s'était placé.

Il fut aussi un habile organisateur. C'est en grande partie le sage Daubenton et le perspicace Desfontaines qui préparèrent le décret organisant le Muséum et le soumirent à la Convention Nationale qui

l'accepta. Le réglement qu'ils avaient forgé dès 1792 était souple et excellent, puisque c'est encore en grande partie celui qui nous régit aujourd'hui.

Nous avons déjà insisté sur l'importance de la création de notre Herbier national du Muséum, qui est son œuvre exclusive. Enfin Desfontaines a été un bienfaiteur de notre pays en répandant dans nos parcs, dans nos jardins, dans nos colonies quantité de plantes utiles. Il était de tradition au Jardin des Plantes, depuis sa fondation, d'y étudier les végétaux, non seulement pour les mieux connaître, mais aussi pour en vulgariser l'usage dans la médecine, l'agriculture et les arts. Le savant ne doit pas rester dans une tour d'ivoire. Il doit, non seulement s'efforcer de découvrir la vérité, mais chercher aussi, chaque fois que cela est possible, à faire servir ses découvertes à l'amélioration des conditions de la vie, au bien-être de l'homme. C'est ainsi que la botanique offre un champ illimité d'application pour améliorer l'agriculture et pour introduire dans notre pays et dans nos colonies de nouvelles espèces de plantes utiles ou susceptibles de donner lieu à un commerce. Pénétré de ces idées, Desfontaines recommandait à tous les voyageurs de s'occuper de l'étude de ces problèmes et de noter en chaque pays les ressources en produits alimentaires, en épiceries et en autres denrées coloniales.

Au Commandant Louis de Freycinet qui part en 1817 sur la corvette l'*Uranie* pour explorer les Terres australes et qui lui demande des instructions, il recommande « de faire une attention particulière aux plantes qui ont des usages économiques ou médicinaux et à celles qui peuvent servir à la décoration des jardins, aux arbres utiles, etc... ». Il conseille à l'expédition de rapporter une grande quantité de graines des grands *Eucalyptus* qui peuplent les forêts de l'Australie, afin que l'on puisse les multiplier en pleine terre dans le Midi de la France.

Son rôle, dans l'acclimatation des végétaux utiles en France et dans nos colonies, a été considérable. Émule de Parmentier, en 1793-1794, pendant que la disette sévissait dans nos campagnes, il s'efforça avec

Thouin de vulgariser la culture des pommes de terre précoces et du topinambour.

Il est le parrain d'un des arbres les plus répandus aujourd'hui dans nos parcs et sur nos avenues. C'est lui, en effet, qui nomma, dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences en 1782, *Ailanthus glandulosus*, l'arbre que nous nommons Ailante du Japon. Des graines avaient été envoyées de Chine en Europe par le Père d'Incarville. La plante fut multipliée par drageons; on la prenait pour un sumac. En 1778, Desfontaines remarqua à Montreuil, dans le jardin de Lemonnier un magnifique exemplaire en fleurs. Il l'étudia, fit dessiner les fleurs et montra qu'il était très différent des sumacs. L'arbre donna des graines en abondance et du Jardin des Plantes, on le répandit par la suite dans toute la France.

Il distribuait des graines ou des plants de végétaux utiles à tous ceux qui lui en demandaient. Il avait établi la tradition qu'au Jardin des Plantes tout doit être gratuit. Bien des jardins ou des propriétaires de cette contrée des confins de la Bretagne et de la Normandie ont bénéficié de ses envois. Au Jardin botanique du Mont Thabor à Rennes, il fit parvenir beaucoup de plantes rares. C'est avec son concours que fut créé à Avranches, sous la Révolution, un autre jardin botanique. Dans son pays natal même, il faisait des envois de graines, et il est probable que certains beaux arbres que l'on voit encore en divers parcs de la région ont été acclimatés grâce à lui. Nous avons retrouvé dans les archives du Muséum une lettre adressée, le 10 janvier 1825, par M. Désorières, habitant au Moulinet près Antrain, à M. Desfontaines lui annonçant la réussite d'introductions précédentes et lui demandant des graines d'autres arbres pour son parc.

Desfontaines a attaché encore son nom à la vulgarisation de deux plantes, répandues aujourd'hui à l'automne dans tous les jardins de France, cultivées pour la beauté de leurs fleurs, dont la splendeur toutefois n'est pas sans mélancolie, car elles annoncent l'approche des mauvais jours de l'hiver. Nous voulons parler du Dahlia et du

Chrysanthème d'automne. Avant lui, ces espèces étaient cultivées exclusivement dans les jardins botaniques comme plantes rares, à fleurs simples et sans utilité.

Le Dahlia était cultivé au Mexique depuis l'époque précolombienne. Plusieurs races à fleurs simples furent introduites en Europe par Vicente Cervantès vers 1780; il les envoya à Cavanilles, directeur du Jardin botanique de Madrid, qui passait une partie de son temps chaque année au Jardin des Plantes de Paris. Ce botaniste créa en 1791 le genre *Dahlia* et nomma *Dahlia coccinea* une plante à petites fleurs dont il remit des plants à de Jussieu. Vers 1804, Desfontaines reçut du Jardin botanique de Berlin une autre plante qui était cultivée sous le nom de *Georgina variabilis*, Desfontaines reconnut un Dahlia qu'il nomma *Dahlia variabilis*: nom qui doit être remplacé par *D. pinnata* Cav. plus ancien. Il en existait déjà plusieurs variétés à fleurs roses, pourpres ou lilas. Thouin cultiva les deux espèces, d'abord en orangerie, et à cause de leurs tubercules, on songea à les utiliser comme plantes potagères rivales de la pomme de terre. Mais leur saveur était insipide et on ne put les améliorer. On les mit ensuite en pleine terre. Les deux espèces étaient généralement autostériles, mais par l'hybridation, on obtint un grand nombre de formes à fleurs simples ou doubles. Peu à peu leur culture s'introduisit dans les jardins, mais elle était partie du Muséum.

L'histoire du Chrysanthème d'automne à grandes fleurs n'est pas moins curieuse. Le Chrysanthème à petites fleurs ou Chrysanthème indien avait été trouvé en Chine, et dès 1740 le Père d'Incarville en avait envoyé des échantillons à Bernard de Jussieu mais l'espèce à grandes fleurs était encore inconnue.

En 1789, un négociant français de Marseille, M. Blancard en reçut quelques plants qui venaient de Chine. Il en donna des boutures à un amateur, l'abbé de Ramatuelle qui était en relations avec le Jardin des Plantes de Paris et qui remit à cet établissement une centaine de boutures d'une variété à grandes fleurs purpurines. Le 5 décembre 1792, M. de Ramatuelle lisait à l'Académie des Sciences un

mémoire sur cette plante qu'il nommait la «Camomille à grandes fleurs». Desfontaines la surveilla, la mentionna dans son Catalogue du Jardin des Plantes de 1814 sous le nom d'*Anthemis grandiflora* Ram., et dès cette époque elle fut largement distribuée par boutures et se répandit en France.

Vers 1826, le Capitaine Bernet de Toulouse en obtint des graines, et multipliée par semis elle se mit à varier. Ce n'est qu'à la suite de nouvelles introductions de races japonaises qu'on est parvenu à obtenir ces magnifiques fleurs si variées comme coloris et comme dimensions. Mais le point de départ pour la culture en France, au moins dans la région parisienne et dans l'ouest a été l'apport de Ramatuelle et les distributions du Jardin des plantes faites par Thouin et Desfontaines.

Enfin, il ne faut pas oublier que Desfontaines fut un des premiers Français à souhaiter le protectorat de notre pays sur les contrées de l'Afrique du Nord qu'il avait parcourues. Certes il ne prévoyait pas que la conquête de tout le pays barbaresque pourrait se faire un jour. Il se contenta de recommander l'occupation de l'île de Tabarque, îlot situé sur la côte ouest de Tunisie, à 30 lieues de Bizerte et à l'ouest de la Calle.

«Tabarque, écrivait-il dans un mémoire qui fut soumis à Louis XVI et que dût lire aussi sans doute le premier Consul lorsqu'il organisait l'expédition d'Egypte, Tabarque procurerait à la France tout le commerce des côtes de Barbarie et la mettrait à même de tenir dans les bornes de l'humanité tous les barbaresques, surtout les fiers algériens, ennemis jurés des Français. Ils deviendraient bien petits, et l'on serait en état à tout instant de réprimer leur insolence.

«Nous ne pouvons aborder leurs côtes sans être exposés aux derniers dangers et dans Alger même c'est un miracle quand un Français, reconnu comme tel, n'est pas insulté. Tabarque aux Français, tout change de face. Nous subissons la loi, nous la donnerions. Quelle gloire pour le monarque et quel avantage pour la nation entière! La France ferait la loi aux Barbaresques, son pavillon serait respec-

té, nos marchands seraient à l'abri des insultes et des bastonnades... La France resterait maîtresse de la Méditerranée.»

Il nous a semblé qu'il était bon, au moment où quelques Français criminels ou inconscients voudraient que l'Algérie et la Tunisie redeviennent ce qu'elles étaient autrefois de rappeler la pensée patriotique et les sentiments humanitaires de Desfontaines. Après avoir vu sur place la misère, l'insécurité, le despotisme et le banditisme qui sévissaient, il souhaitait que la France vint au plus tôt anéantir le nid de corsaires algériens et modifier les mœurs des nations barbaresques en faisant disparaître tout ce qui était inhumain, barbare, malhonnête, tout ce qui acculait le pays à la misère et au despotisme, pour faire régner la paix et la justice. Cette œuvre la France l'a accomplie en moins d'un siècle. N'est-ce pas nous qui avons fait disparaître l'esclavage, cette plaie de l'Afrique, l'exploitation du faible par le chef puissant, du paysan par le caïd sans scrupules, exploitation qui choquait tant Desfontaines, il y a 150 ans!

Existe-t-il beaucoup de pays qui produisent des hommes comme Peyssonnel, Poiret, Desfontaines, s'en allant à travers ces pays barbares, au risque d'être massacrés dans les pires tortures, s'en allant, dis-je, avec leur idéal, en tout désintéressement, par dévouement à la science, afin d'y rechercher des parcelles de vérité qui permettront peut-être de rendre l'humanité plus heureuse?

Ce n'est pas servir un idéal de justice que d'être injuste vis-à-vis de ceux qui ont fait ces pays de toutes pièces. Ce n'est même pas servir l'intérêt des populations indigènes qui auraient tôt fait de rendre au désert et à la jachère ces champs, ces forêts aménagées, ces vignes, ces vergers, tout ce sol fertile... auquel Desfontaines prévoyait un grand avenir lorsqu'il serait mieux cultivé et lorsque le paysan pourrait jouir honnêtement du fruit de son travail sans être à tout instant spolié. Au lieu de dresser les indigènes contre les colons, disait récemment un grand écrivain colonial, il faut donner ceux-ci en exemple, cet exemple c'est celui du travail tenace, de la prévoyance, de l'économie!

Nous ajouterons qu'il faut aussi exalter l'œuvre de tous ces Français désintéressés, savants modestes qui, à l'exemple de Desfontaines, en risquant souvent leur vie, sont allés dans ces pays et dans la plupart des régions du globe pour y faire des recherches ou pour y œuvrer en pur désintéressement, afin que les habitants y aient plus de bien-être ou pour que leur pays en tire un peu de gloire ou quelques avantages.

Tremblay doit être fier d'avoir donné le jour à un de ces hommes. La vie de Desfontaines toute de labeur, de désintéressement, de dévouement à un grand idéal peut être donnée en exemple à la jeunesse d'aujourd'hui qui, j'en suis sûr, garde toujours le même enthousiasme pour le vrai, le beau et le bien, et qui est prête à se dévouer encore au progrès de la civilisation.

WIDE WORLD - PHOTOS

HÉLIO. LE RAT - PARIS

GUSTAVE FERRIÉ

1868 - 1932

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

GUSTAVE FERRIÉ

présentée en la séance du 31 mai 1937

PAR

M. JEAN TILHO

Membre de l'Académie des sciences.

I. — *Sa Jeunesse.*

Le général Gustave-Auguste Ferrié naquit le 19 Novembre 1868 à Saint-Michel de Maurienne. Son père, originaire de Limoux sur l'Aude, venu en Savoie aussitôt après la réannexion de cette province, y avait épousé en 1864 M^lle^ Antoinette Manecy, fille du Maître des Postes de Saint-Jean de Maurienne; il était alors conducteur des Ponts et Chaussées en congé et ingénieur au service d'une Compagnie anglaise qui lui avait confié la construction et l'exploitation du chemin de fer

de Saint-Michel à Suse par le col du Mont-Cenis, le premier qui ait relié les réseaux ferrés de France et d'Italie en escaladant les Alpes à une altitude supérieure à 2000 mètres. Sa mère aimait à rappeler qu'un vieux paysan savoyard, berger de son métier, devin de réputation peut-être même un peu sorcier, qui avait souvent servi de guide et de compagnon à l'ingénieur Pierre Ferrié durant la construction de la voie ferrée, étant descendu à Saint-Michel pour voir le nouveau-né, avait prédit que cet enfant deviendrait un inventeur célèbre.

En fait, le petit Gustave se fit remarquer de très bonne heure par son intelligence, son esprit observateur et la précision de ses remarques. Certain après-midi de 1872, au cours d'une promenade en forêt avec sa mère et ses deux sœurs aînées, le petit groupe s'étant égaré et cherchant le chemin du retour, ce fut le bambin qui les remit dans la bonne direction, grâce à un bout de ligne télégraphique qu'il avait aperçu à travers les arbres.

En 1873, l'ingénieur Ferrié transportait ses pénates à Marseille où il venait d'être nommé adjoint au Directeur des travaux du chemin de fer souterrain du Vieux-Port; il y demeurait six ans, puis était affecté aux études des voies ferrées de montagne projetées dans les Alpes méridionales et maritimes; c'est ainsi qu'il vint s'installer définitivement à Draguignan après un court séjour à Digne et que son petit Gustave, né Savoyard, devint enfant adoptif de la plus belle de nos provinces maritimes, la Provence ensoleillée, dont les vallées fleuries s'étagent des rives de la Méditerranée au flanc des cimes alpestres; mais sa jeune âme avait déjà reçu l'empreinte ineffaçable que chaque petite patrie laisse à ses fils et toute sa vie, son cœur devait conserver le plus fidèle attachement à sa chère Maurienne.

Au lycée de Marseille où il commença — et termina — ses études secondaires, aussi bien qu'au lycée de Digne et au collège de Draguignan, le jeune Ferrié se classa d'emblée parmi les mieux doués, sinon parmi les plus sages de ses condisciples. Il s'était, un moment, pris de passion pour la pêche à la ligne et aimait d'étudier ses leçons

tout en surveillant les mouvements du bouchon à la surface de l'eau; pour ce motif, il encourut maintes punitions au lycée et de vives remontrances de ses parents; mais il y répondait par les classements des compositions trimestrielles où il figurait toujours dans les premiers.

En 1884, au collège de Draguignan, il enlevait les prix d'excellence, de mathématiques, de physique, de philosophie et d'histoire avec des accessits de littérature française, de version latine et de dessin; le prix Claude Gay (médaille d'or) lui était décerné, prix fondé par un ancien élève du collège, membre de l'Académie des Sciences, botaniste éminent, en même temps qu'explorateur et géographe.

Chaque année, les grandes vacances ramenaient à Saint-Jean de Maurienne dans la grande maison familiale des Manecy (1) ce jeune garçon gai, turbulent, débordant d'entrain et d'esprit, dont les beaux yeux bruns reflétaient l'âme limpide et loyale. Sa vigoureuse constitution avait grand besoin de multiples dérivatifs physiques et la sévère vallée de l'Arc lui en fournissait à profusion: dès que le temps était favorable il partait en excursion, sac au dos, grimpant allègrement à travers rochers et ravins vers les sommets d'où l'on découvre les splendeurs des Alpes, leurs magnifiques panoramas de crêtes et de pics émergeant du scintillement des glaciers et de la blancheur des neiges éternelles. Son père, grimpeur non moins intrépide, l'accompagnait souvent, en particulier quand le but de l'excursion était le

(1) Le général Ferrié aimait à rappeler que dans cette maison, occupée aujourd'hui par les « Dames de la Providence », Bonaparte passa sa première journée en France après la victoire de Marengo et fit ses premières déclarations touchant le rétablissement de la paix religieuse. Il ajoutait volontiers l'anecdote suivante:

Son arrière-grand'mère étant à une fenêtre du premier étage pour regarder le défilé des troupes, un jeune officier vint se placer sans façon auprès d'elle. Et la jeune femme lui dit à plusieurs reprises: « Montrez-moi le Général Bonaparte, je vous prie, je voudrais tant connaître la figure de ce héros! » Mais Bonaparte ne paraissait pas. Ce ne fut qu'après le défilé (qui dura plus d'une heure) que la jeune femme apprit qu'elle était restée tout ce temps auprès du Premier Consul.

col du Mont-Cenis: car il aimait revoir avec son fils les vestiges de ce chef-d'œuvre de jeunesse qui avait consacré sa maîtrise, cette extraordinaire voie ferrée à trois rails, audacieusement accrochée aux flancs de la grande chaîne alpine, à l'époque où le succès de la percée du tunnel de Modane à Bardonnèche restait encore problématique.

Le jeune Gustave était transporté d'enthousiasme lorsque, cheminant sur la route napoléonienne de Lanslebourg à Suse, son père lui faisait découvrir l'une après l'autre les difficultés qu'il avait dû vaincre et lui expliquait les procédés qu'il avait imaginés pour les surmonter. Devant un tel spectacle, comment eut-il pu rêver un plus bel emploi de sa vie que la carrière d'ingénieur?

En 1887, âgé de 18 ans et demi, il réussissait brillamment au concours d'admission à l'École polytechnique. Entré avec le nº 106 sur 220, il se classait 117e lors du passage en seconde année et 133e aux examens de sortie. Le 1er Octobre 1889, il était nommé sous-lieutenant dans l'arme du génie et envoyé à l'École d'Application de Fontainebleau.

II. — *Ses débuts au 4e Génie.*

Classé 18e sur 30 aux examens de sortie de Fontainebleau, Ferrié fut nommé lieutenant en second le 1er Octobre 1891 et affecté au 4e Génie à Grenoble. Mais il ne fit pas long séjour dans cette belle garnison qui présentait pour lui tant d'agréments (entr'autres celui d'être à proximité de sa chère Maurienne) car au bout de quinze mois son colonel le désignait pour accomplir un stage de trois mois à l'École de télégraphie militaire du Mont Valérien.

Événement bien mince en soi, dont rien alors ne pouvait faire deviner l'influence décisive qu'il devait avoir sur l'orientation de sa carrière et de sa vie, tant était peu de chose dans l'arme du génie le rôle de la télégraphie militaire à cette époque; le personnel télé-

graphiste de l'armée se réduisait en effet aux quelques sapeurs qui assuraient en temps de paix le service des réseaux optiques et électriques des places fortes, service qui, en temps de guerre, passait aux mains des mobilisés de l'Administration des Postes et Télégraphes. Quant à la télégraphie de campagne, la doctrine de l'État-Major à son sujet était encore flottante; son rôle paraissait devoir se borner à exploiter les lignes électriques existant dans la zone des opérations, à les réparer et à les compléter par des lignes temporaires improvisées. L'attention du Commandement se portait davantage vers l'utilisation et le perfectionnement de la télégraphie optique dont la légèreté et la mobilité, s'adaptaient mieux aux besoins des troupes en campagne et des camps retranchés: il se préoccupait avant tout d'assurer les liaisons du Grand Quartier Général avec les quartiers généraux d'armée et de corps d'armée, avec les places fortes et avec l'arrière. De la Division à la ligne de combat, la liaison devait être obtenue par estafettes, par coureurs, et par signaux à vue.

Le personnel militaire télégraphiste était fourni par chacun des quatre régiments de sapeurs-mineurs qui en assuraient la formation technique dans leurs « Écoles du Génie » respectives, sous la direction de lieutenants-instructeurs; ceux-ci étaient préparés à leurs fonctions par un stage à l'École de télégraphie militaire du Mont Valérien, dépendant du D. C. T. M. (Dépôt central du matériel de la télégraphie militaire) dont le siège était à l'Hôtel des Invalides à Paris.

Au mois de mai 1893, Ferrié rentrait à Grenoble, son stage terminé, mais pour se voir presque aussitôt affecté au 7e Bataillon du régiment à Besançon: à ses fonctions normales d'officier de peloton d'une Compagnie de pontonniers il allait ajouter désormais celles d'instructeur télégraphiste et de chef du réseau optique du camp retranché, tâche importante, demandant la plus grande vigilance et la plus scrupuleuse conscience.

En 1895, il était rappelé à l'École du Mont Valérien en qualité d'instructeur durant les trois mois de son fonctionnement annuel; il s'y révélait tout de suite excellent, tant par la clarté, la rigueur et la simplicité de ses exposés théoriques que par le bon sens dont il faisait preuve dans les applications pratiques. Aussi y revint-il encore en 1897, mais cette fois comme commandant de l'École. C'était toujours à la télégraphie optique qu'était consacrée la majeure partie des cours, des manipulations et des exercices, la télégraphie électrique n'étant guère abordée qu'à titre accessoire: Ferrié avait pris goût à l'une et à l'autre, mais il s'était vite rendu compte que la première avait presque atteint le maximum de ce que le Commandement était en droit d'attendre d'elle en campagne: sans doute, les appareils fixes pourraient être rendus plus puissants et les appareils mobiles plus légers; leur nombre pourrait être encore augmenté, mais il était bien évident qu'en la plupart des cas, ils ne pourraient donner leur plein rendement et suffire au trafic sans cesse accru des états-majors et des services. Il est vrai que de son côté la télégraphie électrique aurait toujours contre elle le poids et l'encombrement de son matériel, la lenteur d'installation de ses lignes et leurs nombreuses défaillances; mais avait-elle vraiment dit son dernier mot? Et n'était-il pas question de communications électriques à distance, déjà réalisées en Italie, sans aucune liaison par fil?

La télégraphie sans fil, en effet, venait de naître; en 1896, Marconi, jeune étudiant de l'Université de Bologne, avait réussi à échanger des signaux Morse, par ondes électro-magnétiques, entre deux stations distantes de plusieurs kilomètres. C'était l'aboutissement d'une longue suite de travaux s'échelonnant depuis Faraday (1845) jusqu'à Branly (1890) en passant par Helmholtz (1847), Maxwell (1865) et Hertz (1888).

Ces diverses étapes, Ferrié en avait appris le détail par le Commandant Boulanger, le nouveau chef du D. C. T. M., officier d'une haute culture scientifique, chargé de faire à l'École une série de conférences sur l'électricité et ses applications militaires.

Rappelant la découverte par Faraday de la rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'action du champ magnétique, phénomène d'ordre lumineux qui semblait établir une liaison inattendue entre l'électricité et la lumière, Boulanger montrait à ses auditeurs Maxwell cherchant à établir l'identité de ces deux phénomènes qui, selon lui, ne devaient différer que par le nombre de leurs vibrations à la seconde: ayant déterminé expérimentalement la valeur du rapport $\frac{\text{unités électromagnétiques}}{\text{unités électrostatiques}}$ et l'ayant trouvée égale à celle de la vitesse de la lumière, Maxwell montrait par le calcul que la vitesse de propagation dans le vide des ondes électro-magnétiques devait être la même que celle des ondes lumineuses et il en avait conclu hardiment à l'identité des phénomènes électriques et lumineux. A ses nombreux contradicteurs, il répondait que, lorsqu'on aurait le moyen d'obtenir des courants alternatifs extrêmement rapides (au lieu des quelques centaines d'alternances à la seconde réalisées jusqu'alors), il serait possible de montrer par des expériences analogues à celles de l'optique que les vibrations électro-magnétiques peuvent se réfléchir, se réfracter, se concentrer, se polariser, tout comme les vibrations lumineuses.

Maxwell aurait peut-être pu faire lui-même la preuve expérimentale de l'exactitude de sa géniale hypothèse, car ces courants alternatifs à très haute fréquence, il les avait sous la main, Helmholtz ayant découvert depuis une vingtaine d'années déjà, le caractère oscillant de l'étincelle de décharge d'un condensateur électrique; mais il n'en eut pas l'idée et il mourut avant que Hertz ait apporté l'éclatante confirmation de la justesse de sa prédiction.

C'était à ce dernier, en effet, qu'était réservé l'honneur de mettre en évidence les hypothétiques ondes électro-magnétiques de Maxwell; car, pour les déceler, il ne suffisait pas de penser à les produire avec l'oscillateur de Helmholtz, il fallait encore imaginer ce très simple détecteur à étincelles, appelé *résonnateur*, qui lui permit d'ex-

plorer le champ alternatif ainsi créé et de prouver non seulement l'existence de ces ondes, mais aussi leurs propriétés de se réfléchir, de se réfracter et de se concentrer.

Puis vint en 1890 la fameuse découverte de Branly; un tube rempli de limaille métallique intercalé dans un circuit de pile entre deux électrodes métalliques oppose normalement une forte résistance au passage du courant; mais sous l'action du rayonnement émis dans le voisinage par une étincelle électrique, la limaille laisse passer ce courant; un choc sur le tube lui fait perdre cette conductibilité; le rayonnement d'une nouvelle étincelle la lui restitue et ainsi de suite. Quand devient trop grande la distance entre cette étincelle et le tube à limaille, son action peut encore s'exercer grâce à l'adjonction à l'excitateur d'une tige métallique; quand le tube à limaille, avec son circuit de pile, est enfermé dans une enceinte métallique, aucune conductibilité ne s'y manifeste lors du jaillissement de l'étincelle, même à très courte distance; mais elle réapparaît s'il est connecté à un fil métallique isolé émergeant de la cage.

Au tube de Branly (appelé par lui *radioconducteur*) Lodge donna le nom de *cohéreur*, moins scientifiquement exact peut-être, mais plus imagé, plus court, ce qui lui valut d'être universellement adopté, et il lui adjoignit un relais avec trembleur pour *décohérer* automatiquement la limaille à chaque passage de courant provoqué par le rayonnement de l'étincelle; peu après, il prédisait que ce dispositif permettrait un jour de décéler, jusqu'à une distance d'au moins un demi-mille, des signaux Morse composés de séries longues et courtes d'étincelles suffisamment fortes.

Deux ans plus tard, Marconi réalisait cette prédiction en ajoutant respectivement à l'émetteur d'étincelles et au circuit du cohéreur, une antenne verticale; il réussissait ainsi à transmettre et à recevoir par ondes hertziennes des signaux Morse non pas seulement aux 800 mètres prédits par Lodge, mais à 16 kilomètres. Les essais étant désormais sortis du laboratoire, la région de l'espace ébranlé par la

décharge oscillante allait pouvoir s'étendre au-dessus des campagnes et de la mer: par cela même, un nouveau mode de télécommunication rapide se trouvait mis à la disposition de l'homme; il ne restait plus qu'à le perfectionner.

Que Ferrié ait été captivé par les horizons qui s'ouvraient devant lui sur cette nouvelle branche de la science électrique datant à peine de sa sortie de l'École polytechnique, cela ne fait point de doute; qu'il ait eu confusément le pressentiment de tout ce que contenait en germe la découverte de Marconi, *et notamment la possibilité d'applications militaires susceptibles de parer aux défaillances occasionnelles de la télégraphie optique*, la chose est probable; qu'il s'en soit maintes fois entretenu avec le commandant Boulanger, lui laissant entrevoir tout l'intérêt qu'il portait au mystérieux domaine des ondes électro-magnétiques, cela paraît certain, car sans cela sa carrière militaire aurait vraisemblablement été tout autre.

Nommé capitaine, en effet, le 6 Avril 1897, il quittait la télégraphie militaire, pour être affecté à la Chefferie du Génie d'Albertville, où il entrait en fonctions à partir du 20 Mai.

III. — *Travaux dans les Alpes.*

Le Commandant de Félix, chef du Génie, l'envoyait presque aussitôt à Bourg Saint-Maurice avec mission de diriger les travaux de routes et de casernements nécessaires aux troupes alpines chargées de la garde de la frontière aux abords du Petit Saint-Bernard et du col de Soignes (camp des Chapieux, Seloges, Redoute ruinée).

Nul autre poste n'aurait pu lui donner plus de satisfactions: grimpant vers ses chantiers dès que les chemins devenaient accessibles, il n'avait jamais encore ressenti aussi complètement les pures joies de la montagne, solitude, air pur, sérénité, beauté des paysages, vie rude et fruste mettant à l'épreuve cœur, poumons et muscles. Les casernements de la Redoute ruinée auxquels il travaillait, à quelques centaines de mètres au-dessus du col du Petit

Saint-Bernard, étaient ceux où il séjournait le plus longtemps et avec le plus de plaisir, autant pour la cordialité de l'accueil de la petite garnison que pour la splendeur des panoramas de glaciers et de hautes cimes s'étendant depuis le dôme du Mont-Blanc au nord jusqu'au pic de la Meije au sud.

L'hiver le ramenait en Tarentaise, dans la petite ville isolée par la neige, où il consacrait ses loisirs aux études théoriques concernant les ondes électro-magnétiques, par simple curiosité scientifique et pour le seul plaisir d'y voir clair, car il n'imaginait pas encore qu'il puisse un jour y apporter une importante contribution personnelle.

Mais en Octobre 1898, sur la demande du Commandant Boulanger, Ferrié quittait la Chefferie d'Albertville et était affecté au Dépôt Central de la Télégraphie Militaire, en remplacement d'un capitaine appelé à d'autres fonctions. A peine arrivé, il était avisé qu'il aurait mission de représenter le Ministre de la Guerre dans une commission interministérielle chargée de suivre des expériences de télégraphie sans fil que se proposait de faire, entre les côtes de France et d'Angleterre, une compagnie anglaise propriétaire des brevets de Marconi. Cette Commission devait être présidée par un représentant du Ministre de la Marine.

Ferrié accueillit avec joie la tâche nouvelle qui lui incombait et se mit immédiatement au travail, car il se rendait bien compte que pour la remplir consciencieusement, ses connaissances étaient loin d'être suffisantes, faute d'avoir jamais disposé des appareils de manipulation nécessaires. Sans délai et avec les seules ressources de l'atelier du D. C. T. M., il fabriquait rapidement lui-même le matériel indispensable aux expériences de laboratoire: production de séries longues ou courtes d'étincelles, cohéreurs à limaille, circuits de réception des signaux, etc... Expérimentateur habile, il obtint vite des résultats captivants: travaillant sans répit, il étonnait ceux de ses amis qui, croyant le bien connaître, ne s'imaginaient pas qu'il puisse apporter tant de passion à des études purement scientifiques: «c'est qu'il importe, leur répondait-il, qu'en de telles circonstances,

les représentants du gouvernement français, et en particulier celui du Ministre de la Guerre, se montrent entièrement à la hauteur de leur mission. »

C'était surtout qu'il venait de trouver sa voie: ayant cheminé jusqu'alors le long de routes scientifiques bien tracées, à travers des paysages très variés, mais sans surprises, il pénétrait soudain dans les épais fourrés de l'inconnu où l'on doit tailler soi-même son sentier si l'on veut faire œuvre personnelle d'explorateur: cette passion de la recherche, restée jusqu'alors latente en lui, va le tenir désormais toute sa vie. Il venait d'avoir trente ans, l'âge où tout homme vraiment doué, en pleine possession de ses moyens physiques et intellectuels, se sent impatient de donner sa mesure: la naissante T. S. F. allait lui en fournir les moyens.

IV. — *Débuts dans la T. S. F.*

Nombreux encore sont parmi nous ceux qui se rappellent le retentissement des succès obtenus par Marconi en Février et Mars 1899. Depuis les essais de la Spezzia en 1897, la portée des signaux radiotélégraphiques avait plus que triplé et l'on pouvait espérer qu'avant peu elle se chiffrerait non plus par dizaines, mais par centaines de kilomètres; les journaux du monde entier ne tarissaient pas d'éloges sur la merveilleuse invention du jeune savant italien.

Notre ministre de la guerre était alors M. de Freycinet, membre de l'Académie des Sciences; le président de la Commission de contrôle des expériences Marconi (1) lui ayant signalé l'importance du concours que lui avait apporté le capitaine Ferrié, il manifesta le désir de l'entendre personnellement: du compte-rendu clair et complet qui lui fut fait, il conclut à la nécessité de mettre sans retard l'Armée française en mesure de bénéficier de ce nouveau mode de télégraphie et donna mission à Ferrié de chercher à en réaliser les

(1) Expériences de télégraphie sans fil effectuées entre Boulogne et Douvres.

premiers appareils *sans aucune participation étrangère*, lui accordant pour cela un délai d'un an.

Or, à cette époque, les officiers du génie chargés des études concernant la télégraphie militaire se partageaient entre deux tendances: l'une représentée par le Commandant Boulanger, faisait une large place aux théories et aux recherches scientifiques, tandis que l'autre représentée par le Colonel Papuchon, directeur du service, se plaçait à un point de vue strictement pratique et militaire, une de ses principales préoccupations étant d'obtenir la création des troupes actives de télégraphie; déjà, l'École temporaire du Mont Valérien était devenue permanente et elle allait se transformer peu après en un bataillon de sapeurs-télégraphistes, ancêtre du futur 8e Régiment du Génie.

Les crédits du Service de la Télégraphie militaire étaient d'ailleurs très limités: environ 500.000 francs pour la France et l'Algérie devaient suffire à l'entretien et à la construction des lignes militaires et du matériel de campagne électrique et optique. Une somme insignifiante, un millier de francs à peine, était laissée au D. C. T. M. pour ses expériences.

On comprend combien difficiles, dans ces conditions, ont pu être les débuts de Ferrié: faute de crédits, il dût tout faire avec les seules ressources du Dépôt; pour créer de ses mains presque tout son outillage, il lui fallut une volonté, une ténacité et une hauteur de vues peu communes; tant d'autres, à sa place, en effet, se fussent contentés d'établir des rapports, de demander des crédits et de classer la correspondance, en attendant qu'ils soient accordés! Car, en dehors de lui et du Commandant Boulanger, personne ne pensait alors que les expériences de Marconi pourraient avoir des applications militaires: l'organisation de la télégraphie de campagne, avec les moyens existants, bien étudiés, bien connus, n'était-elle pas déjà suffisamment laborieuse, sans qu'on cherchât encore à la compliquer par l'adjonction d'un matériel de T. S. F. dont la mise au point était loin d'être satisfaisante?

En Octobre 1899, Boulanger et Ferrié faisaient paraître le premier ouvrage français traitant de la T. S. F., ouvrage qui, en 10 ans, devait avoir sept éditions successives, chacune tenant compte des progrès réalisés dans l'intervalle, ouvrage qui fut longtemps comme le bréviaire de nos premiers «*sans filistes*». La conclusion de cette première édition mérite d'être rappelée, car elle était comme un reflet de l'hostilité que témoignaient certains télégraphistes militaires voire même certains représentants du haut commandement, à ce nouveau moyen de liaison: . . . « *lors même que la télégraphie sans fil ne serait pas appelée à détrôner la télégraphie optique ou la télégraphie électrique, elle constituera toujours une ressource précieuse, dans les circonstances où tout autre moyen de communication est impossible.*»

En même temps, les premiers appareils français d'émission et de réception des signaux de T. S. F. se trouvaient prêts à fonctionner six mois avant l'expiration du délai qu'avait fixé M. de Freycinet: des communications radiotélégraphiques s'échangeaient du Mont Valérien, aux Invalides, puis aux casernes de Rueil et jusqu'au château de Saint-Germain.

Ces premiers essais ayant donné des résultats satisfaisants, Ferrié installait des postes pour études à plus grande distance, dans les forts de Bicêtre, de Villeneuve Saint-Georges et de Palaiseau. Aux Invalides, le D. C. T. M. mettait à sa disposition deux baraques en bois pour lui servir de laboratoire; avec l'aide de quelques sapeurs-télégraphistes prêtés par l'École du Mont Valérien et en utilisant le matériel de travail courant des ateliers, il commençait alors ses recherches méthodiques par l'analyse détaillée des phénomènes qui produisent le mouvement vibratoire communiqué par l'antenne à l'espace ambiant.

Car à ce moment on ne savait encore à peu près rien du mode de propagation des ondes hertziennes, de ce qui se passe dans les antennes émettrices et réceptrices, du rôle de la terre et du fonctionnement des circuits couplés.

Au cours de ces études, Ferrié eut le précieux concours de notre confrère, M. André Blondel, alors cloué sur son lit de malade,

mais qui, passionné de T. S. F., avait déjà établi une remarquable théorie de la répartition de l'énergie rayonnée par l'antenne, théorie que Ferrié allait soumettre à l'épreuve de l'expérimentation. Ainsi s'ouvrit pour lui, avec l'année 1900, une période d'intense labeur, dont l'analyse, même succincte, exigerait de nombreuses pages. Contentons-nous d'en indiquer seulement les résultats généraux.

V. — *Premiers résultats.*

En ce qui concerne les phénomènes produits par la décharge du *condensateur constitué par les boules de l'éclateur reliées respectivement à l'antenne et à la terre* et la période du mouvement vibratoire hertzien qui en résulte, les expériences de Ferrié montrent que la longueur d'onde des oscillations du système antenne-terre est égale à quatre fois celle de l'antenne, ce qui confirme l'hypothèse de Blondel, comparant le mouvement vibratoire électrique d'une antenne reliée au sol et excitée par sa base, au mouvement vibratoire acoustique en quart d'onde d'un tuyau fermé qui peut donner un son fondamental et des harmoniques.

Des expériences postérieures déterminent les limites entre lesquelles il est possible d'exciter une antenne quelconque avec une période quelconque, en la mettant en vibration au moyen d'un circuit séparé, agissant sur elle par induction (Tesla) ou par dérivation (Oudin). Elles montrent que ces procédés d'excitation dite indirecte, conviennent surtout au cas où l'on met en jeu une grande quantité d'énergie, ce qui correspond en général à l'emploi de grandes longueurs d'ondes, tandis que l'excitation directe, seule employée dans les débuts, ne permet la mise en jeu que de faibles quantités d'énergie.

D'autres mettent en évidence le phénomène d'ondes stationnaires dans une antenne enroulée en hélice de grand diamètre, vibrant électriquement en quart, trois quarts, cinq quarts d'onde, etc...

D'autres encore se rapportent à l'étude minutieuse des organes né-

cessaires à la transmission et à la réception des signaux radiotélégraphiques.

Pour la transmission, citons : d'une part (en collaboration avec Carpentier) la charge des condensateurs d'assez grande capacité au moyen de bobines Ruhmkorff; d'autre part, les transformateurs par induction ou par dérivation, les condensateurs, les éclateurs, les manipulateurs, les accumulateurs, les isolateurs, les supports d'antenne.

Pour la réception, Ferrié s'attache aux améliorations à apporter aux divers cohéreurs dérivés de celui de Branly, afin de perfectionner leur sensibilité et leur réglage; il établit que, pour les circuits d'accord (antenne et cohéreur), le montage par dérivation présente des avantages certains, alors que pour l'émission, la préférence doit être donnée au montage par induction. Dans le domaine de la sensibilité, *il découvre le principe du détecteur électrolytique*, dont il fait part au Congrès d'électricité de 1900, détecteur qui sera quasi-universellement adopté quatre ou cinq ans plus tard, quand l'Allemagne et l'Amérique en auront établi des modèles susceptibles d'être fabriqués en série et commercialement exploitables. Il permettra la réception au son des signaux Morse et par suite la distinction entre les signaux parasites et les signaux utiles, alors que le cohéreur, inscrivant sur la bande d'enregistrement tous ceux qui passent, donne souvent des télégrammes inintelligibles. Enfin, pour augmenter la précision des réglages, Ferrié crée des modèles de condensateurs et de selfs réglables à volonté.

Puis, quand il a mis au point ses premiers types d'appareils de transmission et de réception, il aborde l'étude des antennes; il établit expérimentalement que plus elles sont hautes, plus grande est leur capacité (à l'émission comme à la réception), et plus grande est la portée atteinte.

Il met également en évidence l'importance d'une prise de terre offrant le minimum de résistance, puis celle de la conductibilité du sol, déjà prévue dans les travaux théoriques de Blondel; il leur apporte la consécration de multiples expériences, en particulier celle du contre-

poids électrique remplaçant la prise de la terre lorsque celle-ci offre de mauvaises conditions de conductibilité.

Toutes ces études — on ne saurait trop y insister — ont été préparées, organisées et exécutées par Ferrié à peu près seul avec l'aide occasionnelle de collaborateurs comme le capitaine Becq et le lieutenant Brunot, prêtés par l'École de Télégraphie militaire du Mont Valérien. Expérimentant le jour, le plus souvent en plein air et par tous les temps, compulsant et analysant les résultats chez lui, tard dans la nuit ou tôt le matin, le cerveau en perpétuel bouillonnement, notre confrère a fourni en cette dernière année du XIX^{e} siècle, un effort physique et intellectuel dont on peut à peine se faire une idée.

A la tête du Service de la Télégraphie militaire, le Colonel Papuchon avait été remplacé par le Colonel Leduc; celui-ci enthousiasmé par ces premiers résultats, allait jusqu'à proposer d'abandonner entièrement la télégraphie par fil pour en consacrer les disponibilités à la T. S. F.. Mais la Direction du Génie, n'y pouvant consentir, bornait son effort à demander des crédits supplémentaires que la Direction du Contrôle n'appuyait guère et que le Ministère des Finances refusait régulièrement.

Les résultats, en effet, n'étaient pas encore tels qu'ils aient diminué sensiblement le scepticisme des hautes sphères militaires à l'égard de la T. S. F., . . . jusqu'au moment où elles furent extraordinairement intéressées par une ingénieuse application des ondes hertziennes à la solution d'un difficile problème de télégraphie par fil, en temps de guerre; on cherchait à remplacer le câble de campagne isolé (et par suite lourd et coûteux) par du fil nu, mais il fallait pour cela supprimer les pertes de courant par dérivation, inévitables le long de lignes improvisées et hâtivement installées. Ferrié montra qu'un fil métallique nu se comporte, malgré des contacts accidentels avec la terre, comme un conducteur parfait, quand des ondulations électriques de grande fréquence sont produites à une extrémité (avec une petite bobine d'induction, par exemple) et sont reçues à l'autre bout par un cohé-

reur à limaille de sensibilité satisfaisante: les signaux Morse peuvent alors être transmis sans perte d'énergie aussi sûrement et aussi aisément que par une ligne télégraphique ordinaire parfaitement isolée.

Aussitôt des crédits lui furent accordés pour construire les appareils proposés et procéder aux expériences; celles-ci furent poussées activement, mais devinrent inutiles peu après, de nouveaux progrès réalisés par la T. S. F. ayant fait tomber les principales objections de ses détracteurs.

Dès ce moment, Ferrié apparut comme l'indispensable spécialiste de la Radiotélégraphie française en face de l'activité des chercheurs étrangers, et cela d'autant plus que Marconi venait de lui donner une nouvelle occasion de manifester sa maîtrise. Ayant mis au point des appareils permettant de plus grandes portées qu'en 1899, et estimant en outre avoir réalisé un bon système de syntonisation, celui-ci avait demandé et obtenu l'autorisation de faire de nouveaux essais entre Nice et la Corse (plus exactement entre Biot, près d'Antibes, et Calvi), essais qui s'étaient poursuivis d'Avril à Juin 1901.

Ferrié représentait le Ministre de la Guerre dans la Commission chargée de suivre ces expériences. De réels progrès avaient été constatés: non seulement les 175 km. séparant les deux stations avaient été aisément franchis par les signaux, mais on avait pu émettre et recevoir à la fois, sur la même antenne, deux radiogrammes distincts, à la vitesse, remarquable pour l'époque, de 14 mots à la minute. Toutefois, en raison du phénomène de la résonance multiple, la syntonisation n'avait été que très relative; Ferrié en avait donné la preuve, en faisant capter toutes les communications par un récepteur à lui, installé au Cap Ferrat, à 50 km. du poste émetteur de Biot, sans aucun accord. Ainsi, succès pour Marconi, mais succès aussi pour Ferrié, et surtout succès très net pour la T. S. F., tel avait été l'heureux résultat de ces expériences.

Désormais, les préventions de l'Etat-Major s'atténuaient et l'on re-

connaissait que M. de Freycinet avait été heureusement inspiré en décidant que la France, dans un tel domaine, ne devait pas se mettre à la remorque de l'étranger; on se rendait mieux compte du mérite personnel de celui qui avait assumé une tâche aussi lourde avec de pauvres petites installations improvisées et des ressources plus misérables encore, alors qu'ailleurs les chercheurs disposaient de crédits importants et de laboratoires supérieurement organisés.

Aussi va-t-on lui accorder quelques voitures-postes de la télégraphie militaire, qu'il utilisera comme stations mobiles de T. S. F., l'antenne étant supportée par des ballons captifs manœuvrés par les aérostiers de Chalais: il pourra ainsi, en étudiant l'influence de la hauteur du sommet des antennes sur les portées, atteindre au-dessus des terres 100 km., résultat comparable à celui des 175 km. au-dessus de la mer des derniers essais de Marconi. Ces stations mobiles auront même l'occasion, au cours des grandes manœuvres de 1901, de faire une première démonstration des possibilités de la T. S. F. en campagne, épreuve importante, qui permettra d'obtenir quelques allocations de crédits, sans lesquelles aucun progrès ultérieur ne serait possible.

D'autre part, Ferrié montre par des expériences en ballon libre, que l'intensité de la réception diminue à mesure que le ballon s'élève, apportant ainsi une vérification de l'hypothèse émise par Blondel au sujet de la concentration des ondes hertziennes au voisinage de la surface conductrice constituée par le sol et la mer.

D'autres expériences sont ensuite entreprises avec la collaboration du Service des Phares, dont Blondel est l'éminent représentant pour la T. S. F., afin de rechercher dans quelles proportions l'accroissement de l'énergie rayonnée par l'antenne pourrait augmenter la portée des signaux. Il semble, en effet, que les bobines d'induction, actionnées par le courant continu d'accumulateurs, aient atteint leur maximum pratique de puissance et que les augmentations de capacité et de hauteur des antennes, soient incapables d'allonger les portées. La substitution de transformateurs industriels aux bobines

d'induction, autrement dit du courant alternatif au courant continu, pourrait permettre, sans doute, d'augmenter largement l'énergie mise en jeu dans la charge des condensateurs et par suite celle de l'antenne, si ces appareils pouvaient être adaptés aux exigences des ondes hertziennes.

En plein accord avec Blondel, qui a étudié tout spécialement les transformateurs actionnés par des alternateurs de phares à forte self-induction, Ferrié va s'attacher à déterminer expérimentalement les éléments électriques exacts des appareils à mettre en œuvre en partant des données approximatives fournies par la théorie. Ce sera l'objet principal des essais qu'il effectue, à partir de Juillet 1901, sur les côtes de l'Atlantique, entre le grand phare de Belle-Isle et la tour du port du Lorient. Les expériences, continuées en 1902 et 1903 sur des distances progressivement croissantes, permettent d'atteindre en dernier lieu une portée de 300 km. entre les phares des pointes de Penmarch et de la Coubre. Il va sans dire que chacun des organes nécessaires à la constitution des circuits générateurs d'oscillations (condensateurs, transformateurs, éclateurs) demandait à être spécialement étudié quand on passait d'une puissance à une autre plus grande.

Ces travaux, méthodiquement conduits, donnèrent des résultats qui pouvaient rivaliser avec ceux des « sans filistes » étrangers les plus réputés; mais, tandis que ceux-ci, pour des fins commerciales, gardaient longtemps secrètes leurs plus importantes trouvailles, Ferrié, dans l'intérêt des chercheurs de tous pays, s'empressait de divulguer les faits nouveaux qu'il mettait en évidence, dès qu'il les considérait comme définitivement établis.

VI. — *Campagne à la Martinique et création du poste de la Tour Eiffel.*

Sur ces entrefaites survint la terrible catastrophe de la Martinique, l'éruption de la Montagne Pelée qui détruisit la ville de

Saint-Pierre, le 8 Mai 1902. Le cable sous-marin reliant la Martinique à la Guadeloupe ayant été rompu, l'île sinistrée se trouva isolée de la métropole.

Au début de septembre le Capitaine Ferrié fut attaché à la seconde mission de M. Lacroix envoyé par le Ministre des Colonies non seulement pour étudier les phénomènes volcaniques, mais aussi pour veiller à la sécurité de l'île. C'est ainsi que Ferrié reçut mandat de relier la Martinique à la Guadeloupe au moyen de la T. S. F., alors à ses débuts, pour les communications à grande distance (environ 180 km.).

En moins de deux semaines, il réunissait à Bordeaux le personnel et le matériel indispensables et s'embarquait avec ses deux principaux collaborateurs, l'inspecteur des Postes et Télégraphes Magne et un jeune lieutenant; à peine arrivé, il se hâtait d'installer deux stations de T. S. F., l'une à Beauséjour (Martinique), l'autre à la Verdure (Guadeloupe) et réussissait à passer son premier radiogramme le 4 décembre 1902, moins de trois mois après que la demande du Ministre des Colonies fut parvenue au Service de la Télégraphie militaire (12 Sept. 1902). Ce service radiotélégraphique improvisé put ensuite fonctionner sans interruption jusqu'au complet rétablissement du câble sous-marin (fin 1903). L'installation terminée, Ferrié, qui s'était surmené, rentrait en France légèrement éprouvé par le climat tropical, mais ayant donné une preuve éclatante des services que pouvait déjà rendre la T. S. F. quand les autres procédés de télégraphie étaient inutilisables. Cette efficacité allait dès lors retenir sans réserve l'attention du Ministère de la Guerre, dont l'une des plus constantes préoccupations était de pouvoir maintenir en toutes circonstances une liaison télégraphique sûre entre Paris et les places fortes de nos frontières: la télégraphie avec fil, pas plus que la télégraphie optique, ne lui donnant à cet égard pleine sécurité, il fut admis que l'on demanderait à la T. S. F. d'y suppléer; mais, pour cela, il fallait qu'elle puisse atteindre des portées dépassant 400 km.: grâce à quoi elle ne serait plus oubliée dans la répartition des crédits.

Des essais furent alors effectués d'abord dans la région Villeneu-

ve-Saint-Georges, Chablis, afin de déterminer ce qu'elle pourrait donner en campagne, en utilisant de hautes antennes portées par des ballons; puis d'autres expériences permirent de communiquer entre Paris et Verdun, Paris et Belfort, dans des conditions analogues; des portées de 400 km. furent même assez aisément obtenues. Ces résultats permirent de créer des postes fixes de T. S. F. dans nos places fortes de l'Est, assurant, grâce à des ballons captifs, leur liaison radiotélégraphique avec la capitale, dans des conditions toutefois assez précaires car la bonne tenue des ballons porte-antennes était subordonnée aux caprices du temps. Pour améliorer ce réseau, Ferrié pensa à utiliser la Tour Eiffel comme support d'antenne, malgré les aléas que présentait cette énorme masse métallique, grosse mangeuse d'énergie. M. Eiffel offre généreusement 40.000 francs pour couvrir les frais des essais préliminaires; le Ministre de la Guerre accepte et la ville de Paris donne libéralement les autorisations nécessaires; aussitôt, il édifie au pied de la Tour, dans les broussailles du Champ de Mars alors en friche, de petites baraques en bois où seront abrités les appareils et lorsque ceux-ci furent en place, il eut la joie de constater qu'avec la faible puissance utilisable d'une bobine d'induction alimentée par des accumulateurs et un simple fil d'antenne accroché au 3me étage, les radiogrammes de la Tour Eiffel atteignaient facilement nos forts de l'Est et nos stations côtières de l'Atlantique; Ferrié touchait enfin au succès: les crédits nécessaires à l'organisation du grand poste central de la radiotélégraphie française lui furent accordés.

Du coup, la Tour Eiffel fut sauvée de la démolition imminente qui la menaçait; gigantesque pylone d'une antenne accrochée à 300 m. de hauteur, elle avait désormais un rôle important à jouer au point de vue de la défense nationale et de la diffusion de la pensée française dans le monde: pendant de longues années, elle fut la station de T. S. F. la plus fameuse, celle qui parlait le mieux à l'imagination du public, celle qui contribua le plus à populariser le nom du jeune capitaine qui l'avait organisée.

Au cours des essais sur les côtes de l'Océan, entre les phares échelonnés entre la pointe de Penmarch et l'île de Ré, Ferrié avait pu mettre au point les plans d'un transformateur à résonance sans fuites magnétiques, utilisant en bonnes conditions le courant alternatif pour la charge des condensateurs dont la décharge par étincelles donne naissance aux oscillations électriques rayonnées par l'antenne. Grâce aux crédits qui venaient de lui être accordés, il put faire construire cet appareil et l'installer au poste de la Tour Eiffel. Alimenté par le courant alternatif du secteur Paris-Rive gauche, ce transformateur fournissait dans l'antenne une puissance disponible de trois kilowatts, se traduisant pour les signaux hertziens, par des portées nocturnes de près de 1000 km.: Ferrié proposait alors d'étendre à ses postes de T. S. F. des places de l'Est l'emploi du courant alternatif, de façon à pouvoir obtenir avec des antennes ordinaires des portées suffisantes pour communiquer par tous les temps avec la Tour Eiffel, sans avoir besoin du concours trop aléatoire des ballons captifs. Ce perfectionnement capital se trouva complètement réalisé en 1904, alors qu'aucune installation de ce genre n'existait encore dans aucun pays.

Le Ministre de la Guerre décidait alors de récompenser les services rendus à la défense nationale par le Capitaine Ferrié en l'inscrivant au tableau de concours pour la Légion d'Honneur; de son côté, l'Académie des Sciences lui décernait le prix Kastner-Boursault, pour l'ensemble de ses travaux sur la télégraphie sans fil.

Tel fut, à la fin de 1904, le bilan des premiers résultats obtenus par notre confrère, moins de cinq ans après qu'il eut reçu d'un ministre de la guerre clairvoyant la mission de créer une télégraphie sans fil militaire, indépendante de tout contrat avec des compagnies étrangères.

Dans ce très bref résumé, qui laisse de côté nombre de recherches importantes (antennes horizontales, antennes multiples, mesure des longueurs d'ondes, détecteurs divers, etc...), nous avons voulu montrer surtout dans quel esprit méthodique ces investigations furent conduites, afin d'apporter un peu d'ordre et de clarté dans la com-

plexité touffue des phénomènes observés au cours des premières années de la T. S. F., seul moyen permettant d'obtenir de sérieux perfectionnements dans l'utilisation des ondes hertziennes.

Nous avons voulu montrer aussi la force et la noblesse de caractère dont Ferrié a fait preuve durant cette période où, seul, sans collaborateur attitré, il a dû tout faire avec des moyens infimes, péniblement obtenus au prix d'une lourde paperasse administrative qu'il établissait de sa main, dans son petit bureau, au fond d'un couloir des Invalides.

Sa foi raisonnée dans les destinées de la T. S. F. et son inflexible décision de triompher de tous les obstacles lui ont permis de soulever des montagnes d'incompréhension, de routine, voire même de mauvaise volonté et d'envie. D'effort en effort, d'épreuve en épreuve, il avait ainsi réussi à franchir la plus dure étape, celle du *démarrage*: la Direction du Génie n'estimait plus déraisonnable de faire sa place à une technique nouvelle de télégraphie dont les possibilités en temps de guerre n'étaient plus discutées. Les chefs de Ferrié savaient qu'aux yeux de l'étranger il incarnait la Radiotélégraphie française, qu'il était, avec Marconi, celui dont les recherches avaient été le plus habilement conduites, celui dont les travaux de science pure avaient été les plus féconds en résultats concrets et pratiques. Ils reconnaissaient sa haute valeur intellectuelle et militaire, et l'un d'eux le notait ainsi: « *Officier d'un mérite exceptionnel, dont les travaux et les découvertes sont universellement connus, un des officiers qui sont l'honneur de l'Arme.* »

Éloge sans prix pour un cœur de soldat.

VII. — *Nouveaux progrès; campagnes au Maroc et en Afrique occidentale.*

De 1905, à 1908, Ferrié perfectionnait ses appareils, en vue surtout de leur utilisation en campagne: la guerre russo-japonaise, avait

montré en effet les grands services que la T. S. F. pouvait rendre aux armées; elle avait contribué à l'écrasement de la flotte russe pour une si grande part que l'on a pu dire que Tsoushima était une grande victoire non seulement de l'amiral Togo, mais aussi de la T. S. F., car sans elle l'amiral Rodjestvinsky eût peut-être échappé à la surveillance des Japonais. Par suite, son développement va s'accélérer et son importance militaire ne cessera plus de grandir.

Aussi, lorsqu'en 1906, l'empereur d'Allemagne débarquant à Tanger eut prononcé son fameux discours si plein de menaces pour la France, le Parlement cessa de lésiner sur les crédits militaires et Ferrié obtint des ressources suffisantes pour améliorer et renforcer tous ses postes; celui de la Tour Eiffel, en particulier, fut porté à 8 kwt.

Le Ministre de la Marine, de son côté, s'adressait à lui pour réaliser les perfectionnements demandés par les diverses commissions s'occupant de l'utilisation de la T. S. F. à la mer: au nombre de ceux-ci, l'augmentation des portées et la syntonisation tenaient la première place. Ferrié créait alors un nouveau type de matériel permettant, la nuit, des portées de plus de 1.000 km. avec une puissance de 3 kwt environ et une hauteur d'antenne inférieure à 40 m. Quant à la syntonisation, comme il savait fort bien qu'elle ne serait rigoureusement possible qu'à la condition de substituer aux ondes amorties des ondes d'amplitude constante, ou *ondes entretenues*, permettant d'égaliser strictement les périodes des circuits oscillants de la station émettrice et des stations réceptrices, il dut se borner à des réalisations approximatives, en déterminant la différence de longueur d'onde à maintenir entre deux stations émettrices et leur distance minima pour pouvoir travailler simultanément sans brouiller leurs signaux. Au cours d'essais réalisés du 5 au 22 Novembre 1907, en Méditerranée, à bord du cuirassé «République», ses nouveaux appareils permirent à deux navires de communiquer facilement entre eux sans être gênés par les émissions à toute puissance d'un troisième, situé à une distance de l'ordre de 1/20 de celle des deux

correspondants, et utilisant une longueur d'onde différant de la leur de 1/30 environ.

Pour ce qui était des ondes entretenues, elles nécessitaient alors des stations trop puissantes et des expériences trop coûteuses pour que Ferrié ait pu pratiquement s'en occuper; elles ne pouvaient d'ailleurs être utilisées en aucune façon par des postes mobiles de campagne. L'arc chantant, indiqué dès 1902 par Blondel comme générateur d'ondes entretenues et réalisé par Poulsen en 1903, exigeait en effet des installations fixes, soigneusement édifiées, tout en ne donnant que des résultats d'une insuffisante régularité.

En 1908, de Janvier à Août, Ferrié faisait campagne au Maroc, en qualité de chef du service télégraphique du corps expéditionnaire: c'était la première fois que la T. S. F. militaire française était utilisée pour des opérations de guerre, et cela en attendant l'installation d'un réseau normal de télégraphie et téléphonie par fil. Il y gagnait ses galons de chef de bataillon, en même temps qu'une citation particulièrement élogieuse. Avant de quitter la France, il avait pu porter à 10 kwt la puissance du poste de la Tour Eiffel, lui assurant ainsi, avec 1600 m. de longueur d'onde, des portées atteignant, la nuit, 2500 km.

A son retour du Maroc, Ferrié perfectionnait encore ce poste, en lui donnant son installation définitive dans des locaux souterrains, construits sur ses plans. Avec une antenne largement développée, et une puissance de 40 chevaux, sa portée normale atteignait de jour 2500 km. et dépassait la nuit 6000 km.

En outre, le réseau radiotélégraphique des places de l'est fut également perfectionné et renforcé; des postes automobiles furent mis en service; des études et des expériences furent entreprises pour doter les dirigeables militaires de postes de T. S. F. sans risquer d'enflammer l'hydrogène qui s'échappe de l'enveloppe.

En même temps, Ferrié jetait les premières bases de l'organisation du réseau radiotélégraphique de l'empire colonial français. Toutes nos colonies demandaient son concours pour le choix de leurs appa-

reils de T. S. F., pour les types d'installation, pour le recrutement et la formation du personnel militaire chargé de l'exploitation. Il prenait part personnellement aux travaux d'installation des premiers postes du Sénégal et de la Guinée Française. La Russie, à son tour, l'appelait: reçu par le Tsar, il établissait à sa demande un projet de construction du poste de Bobruist destiné à correspondre avec la Tour Eiffel. Son rôle s'amplifiait de jour en jour et le nombre des commissions techniques officielles, des groupements et des sociétés scientifiques auxquels il apportait sa collaboration allait sans cesse en croissant.

La nécessité toujours plus grande d'appareils précis et pratiques pour mesurer les courants de haute fréquence (longueur d'onde des oscillations produites dans les antennes, réglage d'un récepteur pour une longueur d'onde déterminée, production d'oscillations de longueur d'onde variable à volonté), l'amenait en 1909 à créer une méthode nouvelle, dont le principe avait pour base l'emploi de deux appareils de mesure, différemment constitués et placés derrière un cadran unique comportant deux familles de courbes bipolaires devant lesquelles se déplaçaient deux aiguilles dont le point de croisement permettait de déterminer les valeurs des deux variables correspondant aux conditions de chaque expérience.

En 1910, à son retour de Dakar, il fut de nouveau envoyé en mission, d'abord en Tunisie, puis encore une fois en Russie. Vinrent les grandes manœuvres de Picardie, il y prit part à bord du dirigeable Clément Bayard muni par ses soins d'un poste de T. S. F. grâce auquel il put assurer, pendant toute la durée des opérations, une communication parfaite et ininterrompue avec Paris. Ce résultat, particulièrement apprécié du haut commandement, venant après tant d'autres, fut récompensé par une inscription d'office au tableau de concours pour la rosette d'officier de la Légion d'Honneur.

En 1911, le Bureau des Longitudes l'élisait à l'unanimité au nombre de ses correspondants. L'École supérieure d'électricité organisait, sous sa direction, une section spéciale de radiotélégraphie où un en-

seignement théorique de niveau très élevé complètait l'enseignement pratique donné dans les divers laboratoires et dans les postes de T. S. F.

En 1912, il représentait la France au congrès international de Radiotélégraphie de Londres, tandis qu'à Paris, il était nommé secrétaire général de la Conférence Internationale de l'Heure, dont il sera question un peu plus loin. L'Académie des Sciences lui décernait le prix Wilde, pour reconnaître les services rendus à la science en organisant les émissions françaises de signaux horaires radiotélégraphiques.

Arrêtons-nous un moment sur cette question des signaux horaires que le poste de la Tour Eiffel venait d'être chargé d'émettre: de toute l'œuvre scientifique de Ferrié, c'est celle qui a eu les plus remarquables répercussions, celle qui se prolongera probablement le plus longtemps, grâce à son vaste programme de détermination mondiale de longitudes qui doit enserrer notre globe dans un réseau de mensurations périodiques, d'une précision telle qu'elle permettra d'en suivre les modifications éventuelles au cours des siècles à venir.

On se rappelle en effet que, sur les instances du Bureau des Longitudes et de l'Académie des Sciences qui en avaient signalé la pressante nécessité, ainsi que sur la proposition du Ministre de la Marine, le Ministre de la Guerre avait décidé, en 1908, d'organiser au poste de T. S. F. de la Tour Eiffel, un service français de signaux horaires destiné à résoudre, sous la direction du Commandant Ferrié, deux problèmes qui, jusqu'alors n'avaient reçu que des solutions ou imparfaites par les procédés astronomiques, ou satisfaisantes, mais très localisées, par la télégraphie par fil: la détermination exacte des longitudes et l'unification de l'heure. Grâce à cette mission supplémentaire, il n'était plus tenu désormais de limiter son activité aux études et aux recherches concernant l'utilisation de la T. S. F. pour les besoins militaires: elle pouvait s'étendre officiellement à toutes ses applications scientifiques.

VIII. — *Premières applications scientifiques.*

La *détermination des longitudes* comportant deux séries d'opérations, le calcul de l'heure locale par observations astronomiques et sa comparaison à l'heure du premier méridien à un instant donné, cette dernière, seule, relève de la Télégraphie sans fil.

L'unification de l'heure demandant, d'une part, la détermination exacte de l'heure du premier méridien par la collaboration d'un certain nombre d'observatoires et, d'autre part, sa diffusion quasi-instantanée par toute la Terre, ces deux opérations relèvent également de la T. S. F.

Voyons rapidement comment ces deux problèmes ont été résolus.

La T. S. F. et les Longitudes. De nos jours, la détermination des longitudes est devenue si aisée que l'on peut à peine se faire une idée du mal que se donnaient autrefois explorateurs et marins pour conserver ou retrouver l'heure du premier méridien nécessaire au calcul de la longitude des lieux dont ils voulaient fixer la position. Courbes décevantes de la marche capricieuse des chronomètres, culminations et distances lunaires, éclipses de satellites de Jupiter, occultations d'étoiles, toutes ces méthodes d'observations aussi longues que pénibles laissaient le plus souvent des incertitudes de l'ordre de une à deux ou trois dizaines de secondes de temps.

A la Marine américaine revint l'honneur des premiers envois réguliers de signaux horaires de T. S. F. pour les besoins de la navigation à proximité des côtes: inaugurés en janvier 1905, leur précision était de l'ordre de la seconde de temps et leur portée de quelques centaines de kilomètres.

A l'Allemagne revint celui des premiers essais de comparaisons précises d'horloges par T. S. F., afin de déterminer la différence de longitude astronomique entre deux points: l'Institut géodésique de Potsdam et la station de Brocken, distants de 183 km. (1906); les signaux hertziens émis par le poste de Nauen, étaient enregistrés dans

chacune de ces deux stations sur un chronographe dont la plume des signaux était actionnée par le cohéreur de la réception. En même temps, la comparaison des mêmes horloges était effectuée, à titre de contrôle, par les méthodes ordinaires de la télégraphie avec fil. Les valeurs obtenues par l'un et l'autre procédés ayant été identiques à 1/100 de seconde près, l'expérience était des plus concluantes; toutefois, l'obligation d'utiliser des chronomètres enregistreurs, commandés par des cohéreurs, restreignait à des distances relativement courtes l'emploi de ce mode de comparaison.

Il était donc indispensable, pour atteindre de grandes portées, d'avoir un détecteur beaucoup plus sensible que le cohéreur et permettant de discriminer aisément les signaux hertziens, émis pour les comparaisons, des signaux perturbateurs, « parasites atmosphériques » en particulier.

A la France devait revenir l'honneur de la solution définitive.

Le détecteur électrolytique système Ferrié, déjà en service dans nos postes de T. S. F., était, en effet, incomparablement plus sensible que le cohéreur, parce qu'au passage de chaque train d'onde, l'écouteur téléphonique intercalé dans le circuit reproduit le son donné par l'étincelle du poste d'émission. Il permettait donc *d'entendre* les signaux radiotélégraphiques et par leur timbre spécial de les différencier des parasites. Mais, comment ces signaux, simplement enregistrés par l'oreille, pourraient-ils donner la précision que l'on obtient avec les chronographes enregistreurs? Il fallait pour cela pouvoir transporter dans le domaine des ondes hertziennes la méthode de comparaisons des horloges à grande distance par fil téléphonique que MM. Claude et Driencourt avaient mise au point en 1906 pour la détermination de la différence de longitude entre Paris et Brest, méthode dite des *coïncidences* ou *vernier acoustique*, dont la précision atteint 1/200 de seconde. Il fallait, en particulier, obtenir des signaux de T. S. F. limités chacun à un seul train d'onde, de façon à déterminer des battements très brefs et régulièrement espacés. En étroite collaboration avec MM. Claude et Driencourt, le Commandant Ferrié

réussissait bientôt à mettre au point un ingénieux dispositif donnant satisfaction à tous ces désiderata.

Ce dispositif, qu'une horloge spéciale de l'Observatoire de Paris actionnait électriquement, permettait d'émettre deux catégories de signaux horaires. L'une, à l'usage des astronomes et des géodésiens, donnait une approximation du 1/100 et même du 1/150 de seconde, dans un rayon de plusieurs milliers de kilomètres: c'étaient les *signaux rythmés* ou *signaux scientifiques*, composés de séries d'un nombre déterminé de battements radiotélégraphiques brefs, régulièrement espacés, à intervalle réglable, de façon à pouvoir leur comparer simultanément un nombre quelconque d'horloges et de chronomètres de temps sidéral aussi bien que de temps moyen, par la méthode des coïncidences, et avec une précision variable à volonté. L'autre, d'une observation très facile, même pour les personnes les moins initiées aux comparaisons de montres, donnait avec une approximation du 1/4 de seconde l'heure du premier méridien; c'étaient les *signaux horaires ordinaires* destinés surtout aux marins, aux explorateurs, aux météorologistes, etc., qui n'ont généralement pas besoin d'une plus grande précision dans leurs calculs.

A peine étaient terminés les premiers essais de ces signaux rythmés entre les observatoires de Paris et de Montsouris, que l'une des plus grandes inondations de la Seine, celle de Janvier 1910, noyait le poste souterrain de la Tour Eiffel; les dégâts causés aux appareils retardèrent l'inauguration officielle de ce nouveau service jusqu'au 23 Mai suivant; depuis lors, l'émission des signaux horaires par la Tour Eiffel ne devait plus connaître d'interruption, même pendant la guerre.

Diverses expériences de détermination de différence de longitude par T. S. F. furent alors entreprises: Paris-Brest, en Novembre 1910; Paris-Bizerte (1450 km.) en Avril et Mai 1911, avec signaux émis alternativement par les deux postes, afin d'éliminer l'erreur due au temps de propagation des ondes; Paris-Bruxelles (château royal de Laeken) sur la demande du Roi Albert; Paris-Alger et

points géodésiques environnants (Mars 1912), afin de préciser les conditions d'emploi de cette nouvelle méthode en exploration, et, en même temps, celles de son application au calcul des déviations de la verticale dans le sens est-ouest. Le plein succès de tous ces essais démontrait nettement que le dispositif créé et mis au point par Ferrié, Driencourt et Claude, apportait la solution générale si longtemps attendue, tout à la fois précise, simple et pratique, du problème de la détermination des longitudes en tous points de la Terre. Nous allons voir en outre qu'il permettait également de résoudre d'une façon non moins satisfaisante celui de l'unification universelle de l'heure.

La T. S. F. et l'unification internationale de l'Heure. — Des divergences dépassant parfois une seconde n'avaient pas tardé à être constatées entre les signaux horaires émis par la Tour Eiffel et par divers postes de différentes nations qui avaient institué des émissions analogues. De telles divergences étaient d'ailleurs inévitables, car si chaque observatoire déterminait avec exactitude l'heure du premier méridien par ses propres observations astronomiques quand le temps était favorable, il devait, dans le cas contraire, la calculer, avec plus ou moins d'incertitude, par extrapolation des marches précédemment observées de ses diverses horloges, faute de pouvoir en comparer les indications à celles d'autres observatoires favorisés par le beau temps. On sait d'ailleurs que pour avoir constamment l'heure du premier méridien avec le maximum d'exactitude, il est indispensable de faire contribuer à sa *détermination* le plus grand nombre possible d'observatoires possédant un service horaire, et à *sa conservation* le plus grand nombre possible de *garde-temps à température et à pression constantes*. Ceci suppose: d'une part, que les observatoires sont en mesure de comparer chaque jour leur heure à celle du premier méridien; d'autre part, que leurs longitudes sont exactement connues.

On voit par cela même que les deux problèmes de la détermination des longitudes et de l'unification de l'heure sont en étroite con-

nexité. La longitude qui est l'inconnue dans le premier, est supposée connue dans le second; si cette condition n'est pas entièrement remplie par un observatoire, l'heure du premier méridien qu'il détermine par ses observations ne peut pas être employée telle quelle à l'amélioration de l'heure universelle, aussi longtemps que sa longitude provisoire n'a pas été corrigée par les moyennes de plus en plus précises de ces différences journalières entre son heure du premier méridien et celle qui résulte des observations de l'ensemble des autres observatoires.

Cette unification de l'heure, dont il n'est pas besoin de souligner l'extrême importance scientifique, la France allait essayer de la réaliser sur son territoire, au cours de l'année 1911.

Les observatoires de province furent dotés d'appareils permettant la réception des signaux horaires scientifiques de la Tour Eiffel afin que chacun d'eux détermine exactement son heure locale du premier et du dernier battement; ayant pris note des chiffres, radiotélégraphiés immédiatement après l'envoi des signaux donnant les heures du premier méridien calculées à Paris et correspondant à ces mêmes battements, chacun d'eux en déduisait avec une approximation de l'ordre du centième de seconde, l'heure qu'il assignait aux différents signaux horaires et, aussitôt que possible, il télégraphiait *par fil* les résultats obtenus.

Ainsi, l'Observatoire de Paris pouvait être toujours en mesure d'avoir avec une grande exactitude l'heure du premier méridien, tant par ses propres observations que par celles des observatoires de province.

Les excellents résultats ainsi obtenus incitèrent le Bureau des Longitudes à tenter de faire adopter une organisation analogue sur le plan international, afin d'arriver pratiquement à l'unification universelle de l'heure jusqu'alors réalisée seulement en théorie par la convention relative à l'adoption du système des fuseaux horaires. Il fallait pour cela réunir des représentants qualifiés de tous les pays, en une conférence ayant pour objet la création officielle d'*un service internatio-*

nal de l'heure capable de satisfaire à tous les besoins. Le gouvernement français ayant donné son assentiment et fait les invitations, 16 nations envoyèrent leurs délégués à Paris, siège de la conférence: sans entrer dans le détail des travaux de cette Assemblée dont M. Bigourdan fut élu président et le commandant Ferrié secrétaire général, rappelons que du 15 au 23 Octobre 1912, elle adopta une trentaine de résolutions ou vœux, dont les plus importants se rapportaient à la précision de la transmission radiotélégraphique de l'heure du premier méridien et à la création d'un Bureau international de l'heure ayant provisoirement son siège à Paris. En outre, elle nommait une *Commission internationale provisoire de l'heure*, composée d'un délégué par État représenté, pour organiser à titre d'essai, la coopération internationale envisagée, étudier les améliorations désirables, et établir le projet de la future « *Association internationale de l'Heure* ».

Au mois d'Octobre suivant, la commission provisoire put soumettre ses propositions aux délibérations de la deuxième session de la « *Conférence Internationale de l'Heure* » réunie de nouveau à Paris et comprenant, cette fois, 32 États. Parmi les heureux et très importants résultats obtenus par ce Congrès, rappelons les principaux:

1° — *Création de l'Association Internationale de l'Heure*, chargée de l'unification universelle de l'heure, par l'envoi de signaux radiotélégraphiques ou autres;

2° — Adoption de ses statuts;

3° — Fixation définitive à Paris du *Bureau International de l'Heure* organe permanent d'exécution.

De plus, la conférence confiait à une Commission technique restreinte, dont Ferrié faisait partie, le soin de décider des modifications et améliorations techniques qui pourraient être reconnues nécessaires pour assurer une transmission uniforme des signaux horaires par suite de leur internationalisation, tels que: problèmes relatifs aux divers schémas des signaux; expériences à effectuer à leur sujet au poste de la Tour Eiffel; longueurs d'onde à adopter; nature des étincelles, etc...

Ce que fut la part du Commandant Ferrié dans la préparation, l'organisation, le fonctionnement et la réussite de ces deux mémorables sessions, nous ne saurions mieux le montrer que par l'extrait suivant de l'allocution que le délégué de l'Italie, le savant professeur et sénateur Righi, prononça lors de la dernière séance :

« ... L'œuvre que nous avons désormais accomplie, laquelle compa-« rée aux ententes internationales antérieures est bien digne du ni-« veau intellectuel toujours ascendant de notre civilisation, est due « certainement à l'initiative et à l'action des hommes éminents qui régis-« sent le Bureau des Longitudes et l'Observatoire. Mais elle a eu aus-« si le bonheur d'avoir son homme, l'homme qu'il lui fallait pour ar-« river vite et d'une manière satisfaisante à son accomplissement.

« Cela est si vrai que, sans que je l'aie nommé, tous les délégués ont « montré déjà qu'ils savent à qui je fais allusion. Aussi, en exprimant « à M. Ferrié l'admiration et la reconnaissance de la Délégation Ita-« lienne, je crois me faire l'écho des sentiments de tout le monde. »

Il est en effet hors de doute que de cette grande œuvre de la réalisation pratique de l'unification de l'heure par toute la Terre Ferrié ait été l'un des plus actifs et des meilleurs ouvriers. Grâce à lui et à ses deux collaborateurs, MM. Driencourt et Claude, il allait être désormais possible d'entendre au moins une fois par jour, en tous points du globe, des signaux horaires d'une indiscutable exactitude : c'est l'un de ses principaux titres à la reconnaissance du monde savant.

Longitude Paris - Washington. — De ces signaux horaires, une première application de grande envergure allait être faite aussitôt. Les États - Unis d'Amérique, en effet, proposèrent de tenter de déterminer directement par T. S. F. la différence de longitude Paris - Washington qui, jusqu'alors, n'avait pu être obtenue qu'indirectement, par l'intermédiaire de plusieurs stations reliées par câbles sous - marins et par lignes télégraphiques.

L'accord nécessaire entre les Gouvernements américain et français ayant été rapidement conclu, il fut convenu que l'opération serait divisée en deux phases, à partir du moment où la station américaine

d'Arlington, en cours d'achèvement, serait prête à participer aux essais : il importait, en effet, pour éliminer l'erreur due au temps de propagation des ondes (20 à 25 millièmes de seconde pour 6150 km. de distance) que les comparaisons soient faites au moyen de signaux émis alternativement par la Tour Eiffel et par Arlington.

Au cours de la première période, les expériences seraient faites uniquement par des techniciens français, afin de se rendre compte de la possibilité d'appliquer les procédés employés entre Paris et Bizerte, la distance à franchir étant presque quatre fois et demie plus grande. En cas de succès, la seconde partie de l'opération s'effectuerait bilatéralement par des techniciens français et américains, en échangeant instruments et observateurs pour s'assurer la plus grande précision possible.

Ce ne fut qu'en Mars 1913 (époque un peu tardive en raison de la recrudescence des parasites atmosphériques) que la station d'Arlington fut prête à fonctionner. Le Commandant Ferrié, accompagné de l'Ingénieur hydrographe Driencourt et du Lieutenant de vaisseau Gignon, se rendit aussitôt en Amérique, emportant tous les appareils nécessaires à l'équipement de la station américaine pour l'émission des signaux scientifiques. Le professeur Abraham le rejoignit peu après, avec un chronographe de son invention, afin d'essayer d'enregistrer photographiquement les signaux, alors que Driencourt employait la méthode acoustique des coïncidences.

A Paris, la réception des signaux d'Arlington fut assurée par Claude.

Les premiers essais montrèrent que les battements très brefs des signaux scientifiques de la Tour Eiffel (*signaux-points*) étaient imperceptibles en Amérique, alors qu'on entendait parfaitement les signaux horaires ordinaires longs d'un quart de seconde ; de son côté le poste d'Arlington ne pouvait envoyer de *signaux-points* en raison de son émission à fréquence musicale (1000). D'où, nécessité de modifier la structure des battements ; au lieu de points, on émettra des traits d'une demi-seconde de longueur, les coïncidences avec les battements des garde-temps étant prises sur le commencement des traits ; leur

précision en sera ainsi légèrement amoindrie, mais restera suffisante quand même.

Compte-tenu du temps nécessaire à la propagation des ondes et malgré l'abondance des signaux parasites, l'accord entre les comparaisons de Paris et d'Arlington fut très satisfaisant et démontra que la différence de longitude entre Paris et Washington pouvait être déterminée avec toute la rigueur désirable en effectuant une seconde expérience en plein hiver, époque de l'année où les troubles radio-atmosphériques sont réduits au minimum.

Les opérations définitives commencèrent le 19 Novembre 1913, observateurs américains et français travaillant séparément et alternativement à Washington et à Paris; elles prirent fin le 26 Février 1914 et furent couronnées d'un plein succès; la différence de longitude fut trouvée de 5 h. 17 m. 36 s. 653, à 3/1000 de seconde près; soit environ 1/10 de seconde de temps moindre que la valeur jusqu'alors admise (5 h. 17 m. 36 s. 75).

Pendant la première phase des expériences, le micro-galvanomètre de MM. Abraham et Dufour, n'avait pu enregistrer les battements de la Tour Eiffel à Arlington qu'au cours des deux dernières soirées; la réception acoustique s'était donc montrée alors nettement supérieure; mais durant la seconde période, l'instrument ayant été perfectionné dans l'intervalle, il fut possible d'obtenir à Washington, pendant une vingtaine de soirées, de bonnes inscriptions simultanées des battements radiotélégraphiques et de ceux de l'horloge astronomique; en même temps, M. Dufour enregistrait à Paris les signaux rythmés et les battements de l'horloge de l'Observatoire. Ainsi, ayant eu pour chaque soirée une comparaison graphique très précise des horloges directrices des deux établissements, l'appareil enregistreur avait fait ses premières preuves, en attendant les résultats bien plus satisfaisants encore qu'il devait donner plus tard avec les amplificateurs à lampes.

A l'occasion de cette détermination précise de longitude, on avait cherché, en outre, à déduire de ces observations la valeur approchée

de la vitesse apparente de propagation des ondes hertziennes. Les résultats obtenus avaient été les suivants:

1° période: par Claude et Driencourt: 260.000 km. par seconde (méthode des coïncidences);

2° période: par les observateurs américains: 286.000 km. (méthode des coïncidences);

d° : par Abraham et Dufour: 296.000 km. (par enregistrement photographique des signaux).

Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler que les récentes et multiples mesures de la vitesse apparente de propagation des *ondes longues* effectuées par le Bureau International de l'Heure ont donné pour les transmissions de nuit 269.774 km. et 259.337 km.; alors que pour les transmissions de jour, cette vitesse apparente n'est plus que de 238.196 km. et 228.800 km. par seconde.

Encouragés par le succès de l'expérience Paris-Washington, Ferrié et Driencourt conçurent alors le projet d'une opération beaucoup plus vaste, celle de la détermination très précise d'un grand nombre de longitudes disséminées sur toute la surface de la Terre et basées sur un canevas fondamental entourant le globe de quelques positions de premier ordre.

Le Bureau des Longitudes ayant approuvé ce projet et obtenu du gouvernement français le crédit indispensable à sa réalisation, les premières opérations commencèrent en Juin 1914, par la détermination de la différence de longitude Paris-Poulkovo. Mais la guerre déchaînée par l'Allemagne arrêta l'entreprise.

Nous dirons plus loin dans quelles conditions elle put être reprise après la conclusion de la paix.

IX. — *Pendant la Grande Guerre.*

Le 2 Août 1914, Ferrié, récemment promu Lieutenant-Colonel, fut mobilisé sur place et chargé de mettre sur le pied de guerre la ra-

diotélégraphie militaire dont il était le créateur et le chef: on pouvait alors lui rendre témoignage qu'il avait entièrement tenu l'engagement pris en Mars 1899, devant le Ministre de la Guerre et qu'avec des moyens notoirement insuffisants au début, plus libéralement accordés par la suite, mais toujours réduits au strict minimum, il avait constamment maintenu la T. S. F. militaire française à la hauteur de tous les progrès, grâce à sa valeur technique et scientifique, à son esprit inventif et réalisateur et surtout à son inlassable ténacité.

Au moment d'entrer en guerre, le matériel qu'il avait créé était parfaitement adapté aux nécessités d'une guerre de mouvement telle qu'on pouvait alors la concevoir, c'est-à-dire rapide et courte, la décision devant être obtenue par une action offensive vigoureusement menée. Le personnel qu'il avait formé était très expérimenté, très dévoué et admirablement dressé à la stricte observation d'une impeccable discipline technique: pour celui-ci, comme pour celui-là, la qualité remplaçait la quantité, dans toute la mesure possible.

Seuls, en effet, le Grand Quartier Général et les Quartiers Généraux d'Armées étaient dotés organiquement de postes automobiles de T. S. F.; ces postes pouvaient changer d'emplacement à la vitesse de 20 à 30 km. à l'heure, être prêts à entrer en action moins de trois quarts d'heure après leur arrivée au point désigné et repartir une demi-heure après en avoir reçu l'ordre.

Nos dirigeables et quelques avions étaient munis de postes à grande portée. La Tour Eiffel assurait d'excellentes communications avec nos places fortes, avec le G. Q. G. et avec notre alliée, la Russie.

A vrai dire, nul ne soupçonnait encore l'importance des services que la T. S. F. pouvait rendre aux troupes en opérations: le Grand État-Major comptait, pour ses liaisons rapides, sur la solide organisation de la télégraphie optique et de la télégraphie électrique par fil, dont le personnel et le matériel semblaient ne rien laisser à désirer; la T. S. F. n'était encore qu'un appoint destiné à parer à d'éventuel-

les et courtes défaillances des lignes terrestres de campagne. Aussi fut-on agréablement surpris de constater, dès les premières hostilités, quels inappréciables services elle se montrait capable de rendre: transmission très rapide des renseignements recueillis par la cavalerie de découverte et de reconnaissance; surprise des radiotélégrammes ennemis qui, aussitôt déchiffrés, fournissaient de précieuses informations; rapidité d'établissement de liaisons avec et entre les Q. G. d'Armées, particulièrement appréciée pendant la retraite stratégique préparant la victoire de la Marne, et, aussitôt après, pendant la fameuse course à la mer.

Durant cette période critique, Ferrié, établissait à Paris un poste radiotélégraphique de secours dans les souterrains du Métropolitain et faisait édifier à Lyon un grand poste de T. S. F. destiné à doubler celui de la Tour Eiffel; utilisant pour cela le matériel destiné à la création du poste de Saïgon, prêt à s'embarquer, il en faisait effectuer le montage par le commandant Péri avec une telle rapidité qu'en six semaines le poste de Lyon entrait en service, pourvu d'une émission à étincelles de 100 kilowatts; celle-ci fut d'ailleurs remplacée peu après par une émission à *ondes entretenues* réalisée au moyen d'arcs Poulsen, d'une puissance de 200 kwt, donnant une portée double de celle de la Tour Eiffel et par suite aussi grande, sinon plus, que celle des postes les plus puissants de l'étranger (1).

Nécessité de multiplier les postes mobiles de T. S. F. — Lorsque le front se fut stabilisé, la question des liaisons et transmissions se posa avec une ampleur jusqu'alors insoupçonnée: du G. Q. G. jusqu'aux

---

(1) N'omettons pas de rappeler ici la part prise par Ferrié à l'organisation du repérage par le son.

Dès le mois d'Octobre 1914, en collaboration avec Driencourt, Ferrié avait eu l'idée d'utiliser le son pour repérer la position des canons ennemis en mesurant les différences des temps d'arrivée de chaque bruit à plusieurs postes d'écoute placés en des points connus; le procédé consistait à disposer en chacun de ces postes un microphone spécialement inventé à cet effet et relié téléphoniquement à l'observateur d'un poste central dont, le rôle était de « *toper* » sur un chronomètre enregistreur les bruits d'un même coup de canon transmis par les microphones au fur et à mesure de leur arrivée dans son casque

tranchées de première ligne, il fallait installer des réseaux téléphoniques et télégraphiques à mailles de plus en plus serrées. Avec son matériel lourd, encombrant et de rendement limité, la Télégraphie par fil s'avérait impuissante à assurer les communications rapides entre les unités combattantes, les États-Majors, les services et le Haut-commandement; elle n'était guère utilisable qu'à l'arrière du front. Le téléphone, par contre, *aussi longtemps que ses lignes restaient intactes*, pouvait répondre à presque tous les besoins, sauf évidemment au réglage des tirs d'artillerie par l'aviation. A la T. S. F. incombait la mission de combler ces lacunes.

Ferrié, qui venait de recevoir la direction technique de la Radiotélégraphie militaire, mais qui avait perdu la plupart de ses collaborateurs, mobilisés et partis aux armées, se vit bientôt submergé de commandes de postes de toutes catégories, postes d'avions, postes automobiles, hippomobiles, postes fixes, postes transportables à dos d'homme ou de mulet, etc... dont l'aménagement technique et l'équipement matériel devaient, au préalable, être minutieusement étudiés dans tous leurs détails. Tâche d'autant plus ardue qu'elle demandait à être accomplie dans les délais les plus courts et avec

---

d'écoute. Au début de Novembre 1914 les microphones ayant été rapidement construits et les méthodes de calcul mises au point, les premiers essais furent faits sur le front de la 5e Armée: le système se montra satisfaisant; toutefois la sensibilité des microphones ayant laissé quelque peu à désirer, il fallut ramener le matériel à Paris pour opérer les modifications nécessaires. A ce moment, Ferrié fut complètement pris par la T. S. F. et n'ayant plus une minute à consacrer au repérage des batteries par le son, il dut laisser à Driencourt le soin de continuer les essais: les succès furent rapides, à tel point que le 15 Février suivant un service de Repérage par le son était créé sous la direction de Driencourt. Ce matériel créé par Ferrié fut progressivement perfectionné par les techniciens du laboratoire du Repérage par le son (notamment M. Abraham) et devint le célèbre matériel T. M. 1916 dont la précision était telle qu'il permit de repérer, dès le second jour, les trois «Berthas» allemandes de Crépy en Laonnois tirant sur Paris et de si bien régler le tir des batteries françaises destinées à les contrebattre que l'une d'elles put être démolie le lendemain.

Ainsi dans le court espace de temps que Ferrié avait pu consacrer au repérage par le son, il avait su créer un matériel immédiatement utilisable et contenant en germe le plus parfait de tous ceux qui furent employés au cours de la guerre.

des collaborateurs improvisés, tâche à laquelle il s'attela de toute son âme de soldat qui sait ce que peut coûter de vies humaines, en pleine bataille, un renseignement arrivé trop tard.

Le problème le plus urgent était celui du réglage par avion des tirs d'artillerie: il fallait que les postes à fournir soient légers et simples et qu'ils puissent travailler simultanément sans se gêner, tout en restant à courtes distances les uns des autres; ce problème, particulièrement difficile avec des postes à *ondes amorties*, fut résolu par des éclateurs tournants à fréquences musicales variables, par des longueurs d'onde aux différences suffisamment grandes et par des récepteurs convenablement établis: « Le nombre d'avions opérant simultanément a pu atteindre le chiffre de 4 par kilomètre », écrira plus tard Ferrié justement fier d'un tel résultat.

Entre temps, il avait pu obtenir que soient remis à sa disposition certains de ses anciens collaborateurs, des ingénieurs versés dans les questions de radiotélégraphie, les uns constructeurs, les autres fournisseurs de l'outillage utilisé par les postes de T. S. F. de l'Armée, de la Marine, des Colonies, des Postes et Télégraphes etc., qui presque tous, avaient déjà travaillé sous ses ordres en temps de paix, au cours de leur service militaire. Il avait groupé autour de lui quelques savants pour constituer une section d'étude et se partager les recherches et expériences concernant les matériels nouveaux à imaginer et à créer.

Tous ceux qui ont vécu dans les tranchées de premières lignes savent combien fréquentes étaient les ruptures de fils téléphoniques, du fait des bombardements et de la circulation dans les boyaux de communication et cela presque toujours dans les moments critiques où ces défaillances avaient les conséquences les plus funestes: les chefs, en effet, ne pouvaient assurer convenablement la conduite des opérations de leurs unités que s'ils étaient constamment et rapidement tenus au courant des variations survenues dans la situation de leur infanterie et de leur artillerie ainsi que des fluctuations de la ligne de feu dans leur secteur et dans les secteurs limitrophes:

quand le téléphone était coupé, on n'y pouvait remédier que par coureurs ou par T. S. F.. C'est pourquoi il fallait de toute urgence multiplier les petits postes mobiles radiotélégraphiques d'infanterie et d'artillerie.

Malheureusement avec les ondes amorties des postes à étincelles, cette multiplication atteignait vite la limite au delà de laquelle toute exploitation d'un réseau local de T. S. F. devenait impossible; postes d'avions, d'artillerie, d'infanterie entrecroisant dans un étroit secteur des transmissions un peu nombreuses, la sélection des signaux accumulés dans les diverses antennes ne se faisait plus convenablement, malgré la variété des longueurs d'onde et des notes musicales; surtout quand de surcroît venaient s'y superposer les brouillages de la T. S. F. ennemie.

Substituer à ces petits postes à *ondes amorties* des postes aussi maniables, *mais à ondes entretenues*, telle était la solution pratique de ce difficile problème de la liaison au cours de la bataille. Mais l'on sait que jusqu'alors ces ondes entretenues ne pouvaient être produites que dans des postes puissants, utilisant soit l'arc électrique, soit des alternateurs à très haute fréquence; fallait-il donc renoncer à tout espoir de créer pour les besoins du front de petits postes à oscillations d'amplitude constante? Ferrié ne le pensait pas: au début de la guerre, en effet, un Français au courant des progrès réalisés en Amérique dans l'utilisation des ondes entretenues avait attiré son attention sur la propriété encore peu connue de l'*audion* (lampe valve à trois électrodes créée par Lee de Forest) de pouvoir fonctionner comme *un générateur d'oscillations entretenues de faible puissance*, dont la longueur d'onde pouvait être réglée à volonté, grâce à l'adjonction d'un petit condensateur à capacité variable. Toutefois cette lampe étant d'une grande fragilité et d'un réglage difficile, ses applications avaient été jusqu'alors limitées à la réception, où elle fonctionnait comme *hétérodyne*.

Substitution des ondes entretenues aux ondes amorties dans de petits postes de campagne. — Ferrié eut à ce moment l'intuition que dans

cet appareil pourrait être trouvée une bonne solution du problème de la syntonisation rigoureuse des circuits oscillants de l'émission et de la réception pour postes de campagne. Quelques expériences sur cet audion (dont il ne possédait que deux spécimens .venant d'Amérique) faites par lui-même au poste de la Tour Eiffel, avec le concours du Commandant Brenot et de l'Adjudant Laüt, le confirmèrent dans cette idée. Il décida alors de confier au Lieutenant Abraham le soin d'en étudier à fond les propriétés et d'en établir un modèle robuste et stable, pouvant servir à la fois de détecteur, d'amplificateur et de générateur d'oscillations entretenues, condition indispensable pour la fabrication en grandes séries et pour son utilisation par les armées.

Abraham, qui venait d'être désigné pour collaborer avec le Commandant Péri à la construction du grand poste de Lyon, demanda aussitôt à l'usine de lampes à incandescence Grammont de lui construire quelques audions; mais le chef de fabrication Biguet étant mobilisé aux armées, les premiers résultats furent plutôt décevants.

Ferrié aussitôt prévenu demanda et obtint le retour de celui-ci à son usine et dès lors tout marcha bon train. Ayant reconnu que le principal défaut de l'audion américain résidait dans son *mauvais vide*, Abraham, en collaboration étroite avec Biguet, réussit à éliminer les gaz occlus dans les électrodes, ce qui permit d'obtenir des *lampes identiques, au vide stable et durable pendant toute la vie du filament incandescent*, lampes faciles à construire en grandes séries, interchangeables et pouvant servir aussi bien comme lampes détectrices que comme amplificatrices et productrices d'oscillations entretenues: en décembre 1914, le Lieutenant Abraham pouvait envoyer ses premières lampes à trois électrodes au Colonel Ferrié.

On ne saurait trop mettre en relief l'importance du service que le savant professeur venait ainsi de rendre à la défense nationale avec le concours de M. Biguet; la souligner ici c'est encore rendre hommage à la valeur du chef qui sut utiliser la compétence de ces deux techniciens au mieux des intérêts de la France envahie. Ainsi le Mi-

nistère de la Guerre allait être en pleine guerre récompensé au centuple d'avoir libéralement consenti en temps de paix quelques modestes crédits à l'organisation du service des signaux horaires: c'était à l'occasion de la détermination de la différence de longitude Paris-Washington, en effet, que Ferrié avait pu apprécier le professeur Abraham, et ce fut la raison pour laquelle il lui confia ces délicates recherches dont l'heureuse réussite allait donner à l'Armée française un système de transmission incomparablement supérieur à celui de l'ennemi.

Dès qu'il fut en possession d'un nombre suffisant de ces lampes, Ferrié se mit en devoir d'en exploiter au maximum les merveilleuses propriétés en répartissant entre les spécialistes groupés autour de lui les études et recherches à effectuer; tous rivalisèrent d'ardeur pour combiner les dispositifs répondant aux divers besoins du front. Au premier rang étaient les amplificateurs, dont il n'est pas besoin de dire l'intérêt capital; mais pour simple qu'en soit le principe, leur mise au point se révéla fort délicate, et ce ne fut pas trop de toute la science de MM. Abraham, Beauvais, Bloch, Brillouin, Gutton, Latour, Laüt, Lévy et de quelques autres encore, pour établir progressivement les types d'amplificateurs pour hautes et basses fréquences que nécessitaient les divers appareils militaires destinés aux tranchées, aux avions, aux états-majors, à la marine, etc..

Chaque jour, le colonel Ferrié parcourait ses laboratoires, suivant d'aussi près que possible toutes les recherches, dirigeant les uns, encourageant les autres, apportant des solutions, suggérant des idées, faisant profiter tout le monde de sa remarquable mémoire qui lui permettait de mettre en collaboration, dans certains cas difficiles, des chercheurs dont les voies différentes se recoupaient parfois à leur insu. La création et la mise au point de tout appareil nouveau était l'objet de ses soins les plus attentifs; tout d'abord, il en faisait établir plusieurs exemplaires, sous le contrôle de Teilleux, chef des ateliers qui, depuis la naissance de la T. S. F., ne cessait de lui apporter le concours le plus dévoué et le plus efficace; ces premiers

modèles étaient aussitôt confiés à divers collaborateurs pour essais et perfectionnements éventuels de façon qu'ils répondent aussi exactement que possible à leur destination; après quoi les prototypes adoptés étaient remis aux établissements industriels chargés de la construction en grandes séries. Au sortir des usines, les appareils revenaient à la Radiotélégraphie militaire pour être minutieusement vérifiés et au besoin gradués avant d'être montés sur voitures ou mis en coffres, munis de tous les accessoires nécessaires à leur bon fonctionnement.

On ne saurait donc s'étonner que Ferrié ait dû consacrer presque toute l'année 1915 à la réalisation des prototypes des premiers postes de campagne à ondes entretenues et que leur fabrication ait exigé une bonne partie de l'année 1916; au début de 1917, il était en mesure de fournir des milliers d'appareils non seulement à nos unités combattantes mais aussi à nos alliés qui s'adressaient à lui pour en doter leurs troupes. Aussi, lorsque les forces américaines arrivèrent en France, un de leurs spécialistes du «Signal Corps» pouvait écrire qu'il était bien inutile de leur envoyer des appareils de T. S. F. de campagne du modèle réglementaire aux États-Unis, attendu qu'on trouvait déjà en service sur les champs de bataille des postes portatifs français à ondes entretenues parfaitement au point, alors qu'en Amérique ils étaient encore à l'étude dans les laboratoires: la sélection de leurs signaux était à ce point remarquable en effet qu'une différence de quelques mètres dans les longueurs d'onde permettait à deux postes de travailler simultanément dans un même local sans la moindre gêne pour l'un ni pour l'autre. Progrès extraordinaire pour l'époque, dont Ferrié et ses collaborateurs pouvaient être justement fiers.

Nous ne saurions, sans allonger outre mesure cette notice, examiner en détail tous les problèmes militaires et autres que Ferrié et ses collaborateurs ont résolus pendant la guerre grâce à la lampe à trois électrodes ainsi perfectionnée; bornons-nous à passer brièvement en revue les plus importants:

L'un des plus urgents était d'assurer à bord des avions la réception des signaux de T. S. F., jusqu'alors impossible en raison du bruit considérable; dès 1915, les premiers récepteurs construits avec lampes amplificatrices y remédiaient avec succès.

Avec ces lampes, les appareils d'écoute des bruits souterrains ou aériens (creusement de mines — approche d'avions) basés sur la méthode binauriculaire allaient acquérir une sensibilité et une précision des plus précieuses; ceux d'écoute des radiotélégrammes allemands allaient permettre de capter et de déchiffrer de multiples communications dont certaines d'une importance capitale: pour s'en affranchir, le grand poste de Nauen s'astreignait à émettre à grande vitesse des signaux qu'il supposait trop rapides pour pouvoir être perçus à l'oreille; peine perdue, car aussitôt les amplificateurs permirent de les enregistrer sur disques de phonographe et de les déchiffrer sans retard.

La radiogoniométrie, de son côté, trouvait dans les amplificateurs la solution précise que Blondel et Ferrié avaient cherchée en vain depuis la naissance de la T. S. F.: avec les ondes amorties, la précision d'une direction obtenue radiogoniométriquement variait entre 15 et 5 degrés; avec la lampe à trois électrodes elle allait atteindre aisément l'ordre du degré, tout au moins pour des distances inférieures à quelques centaines de kilomètres. Il en résultera que les postes radiogoniométriques à petits cadres mobiles mis en service aux armées permettront de déceler les emplacements des postes de T. S. F. allemands et par suite de déduire de leurs changements de position les mouvements des divisions auxquelles ils appartiennent, renseignements d'une très grande importance pour le G. Q. G.

Les postes radiogoniométriques de l'intérieur du territoire, travaillant en plein accord avec les postes d'écoute des bruits aériens, pourront dépister les incursions des aéronefs ennemis; d'autres travaillant pour la Marine, détermineront les routes des sous-marins allemands, ou, pour les navires amis, préciseront leur point en cas de brume.

Mentionnons encore, la création de milliers de petits postes de *télégraphie par le sol* (T. P. S.) destinés à établir entre les postes de commandement des bataillons, des régiments et des divisions une liaison électrique commode, peu vulnérable et capable de rendre de grands services sur un à trois kilomètres de profondeur, quand le téléphone et la T. S. F. viennent à faire défaut l'un et l'autre. Ferrié réalisait ainsi, au profit de l'infanterie, un projet conçu par lui avant la guerre pour renforcer les liaisons télégraphiques entre les forts de l'Est, en utilisant le sol comme conducteur, projet que l'expérience avait alors démontré impraticable, l'intensité des signaux décroissant proportionnellement au cube de la résistance; les amplificateurs à lampes permettront dorénavant de donner une solution aussi simple que pratique à ce problème.

Tous ces appareils, et nombre d'autres encore, dont les principes et le fonctionnement sont maintenant universellement connus, dont beaucoup ont été largement perfectionnés par la suite, ont été le fruit des ardentes études d'un très petit nombre de savants groupés sous la direction d'un chef respecté, dont l'autorité morale et la compétence technique étaient reconnues de tous: leurs travaux ont complètement révolutionné les méthodes de la T. S. F. et l'ont mise en situation de faire la conquête du monde; pourtant, nul d'entre eux n'en a tiré le moindre profit personnel: rendons hommage à leur admirable désintéressement!

*
* *

En même temps qu'il apportait tous ses soins au développement des moyens de transmission radiotélégraphique nécessaires aux armées françaises et alliées, Ferrié avait à faire face à une autre tâche de grande importance: se tenir prêt, en cas de rupture par l'ennemi des câbles sous-marins, à assurer nos relations télégraphiques avec les colonies qui nous envoyaient approvisionnements, travailleurs et soldats. Par ses soins, des projets d'installations

de grands postes de T. S. F., en Algérie, au Sénégal, au Congo, à Madagascar et au Tonkin, avaient été établis à cet effet et les travaux commençaient dès 1917.

D'autre part, l'entrée en guerre à nos côtés des États-Unis nécessitait la mise à leur disposition sur notre territoire d'un poste très puissant pour assurer leurs liaisons avec les Armées qu'ils expédiaient en France: Ferrié eut la charge d'en établir les plans et les caractères techniques et ceux-ci furent approuvés sans réserve par les spécialistes américains. Mis en construction aussitôt, à la Croix d'Hins, près de Bordeaux, ce poste, auquel les Etats-Unis tinrent à donner le nom de *La Fayette*, allait être le plus puissant du monde avec deux machines de 1000 kwt chacune, génératrices d'ondes entretenues (arc Poulsen) et une antenne géante portée par huit pylônes de 250 mètres de hauteur. La Marine américaine se chargeait de la construction (aux Etats-Unis) et du montage (en France) des machines et des pylônes; au colonel Ferrié, incombait le soin de tous les travaux de soubassements, bâtiments, antenne, prises de terre, installations diverses etc... On sait que ce grand poste ne put être terminé qu'après l'armistice; la paix conclue Ferrié en fit remise, après l'avoir mis au point, à l'Administration des P. T. T. qui depuis en assure l'exploitation.

XI. — *Après la Guerre.*

Entre la conclusion de l'armistice et la signature de la paix, Ferrié avait été promu général, en récompense des services rendus par lui à la Radiotélégraphie militaire française, dont les immenses progrès durant la guerre avaient notablement contribué à la victoire. Le Ministre de la Guerre, désireux de lui laisser la possibilité de continuer l'œuvre qui lui avait valu une notoriété quasi-universelle, avait créé pour lui le poste d'Inspecteur Général des Services de la Télégraphie Militaire et des Troupes de Transmissions. Dans l'immense champ d'investigations qui venait de s'ouvrir, on prévoyait en effet

de nouvelles découvertes, car l'amplificateur à lampes paraissait appelé à jouer à l'égard des microcourants électriques un rôle aussi considérable que celui du microscope dans les recherches sur l'infiniment petit: il importait donc que malgré la démobilisation un lien solide puisse se maintenir entre tous ceux qui avaient uni leurs efforts pendant la guerre pour porter la Radiotélégraphie française au premier rang. Pour cela et avec l'assentiment et le concours des divers ministères intéressés, Ferrié réussit à créer et à organiser le Laboratoire national de Radioélectricité, afin de continuer en temps de paix l'œuvre de la Section d'études, en servant de centre de travail, de recherches et de renseignements, pour faciliter les études des chercheurs et les aider à mettre au point leurs découvertes.

Ses nouvelles fonctions d'Inspecteur général de la Télégraphie militaire étaient bien loin de constituer une sinécure: il avait directement sous ses ordres la Direction du matériel et toutes les troupes actives de la Télégraphie, représentées par le 8me Régiment du Génie qui avait compté pendant la guerre une quarantaine de mille hommes et qui présentait encore, après la démobilisation, un effectif très supérieur à celui d'un régiment ordinaire; (il fallut d'ailleurs le dédoubler peu après et créer une Brigade des Troupes de transmissions comprenant les 8me et 18me régiments du Génie, auxquels s'ajouta quelques années plus tard le 28me).

Le 30 Mars 1923, Ferrié devenait Commandant Supérieur des Troupes et des Services de Transmission, ce qui le déchargeait des absorbantes occupations du commandement direct des troupes (lequel passait au général Fracque); mais qui, en revanche, lui apportait les hautes fonctions supplémentaires d'Inspecteur du fonctionnement des réseaux militaires de télégraphie et de radiotélégraphie des frontières; d'Inspecteur de l'instruction donnée en matières de transmissions *dans tous les corps de troupe de France, du Maroc, de l'Algérie, de la Tunisie et du Levant* et enfin d'Inspecteur du personnel de la Télégraphie militaire appartenant à l'Administration des Postes, des Télégraphes et des Téléphones.

Dès lors, chaque année du printemps à l'automne, Ferrié dut parcourir toutes nos régions militaires, allant de garnison en garnison, visitant les camps et les postes frontières, poussant tantôt jusqu'au Maroc, tantôt jusqu'en Syrie, sans oublier la Tunisie et l'Algérie; car de ces inspections, dépendaient non seulement la répartition équitable des récompenses annuelles méritées par ses subordonnés, et l'instruction du personnel régimentaire, mais aussi le maintien en parfait état d'un matériel de guerre considérable, dont l'évolution en perpétuel progrès posait sans cesse à son esprit de nouveaux et difficiles problèmes.

Tâche considérable, tâche écrasante pour tout autre que lui, car en dehors de son travail de bureau très lourd, mais préparé par son état-major, il devait personnellement se préoccuper de l'instruction annuelle des troupes télégraphistes, contrôler leur degré d'entraînement technique et assister à toutes les manœuvres mettant en jeu des réseaux complets de transmissions ou comportant l'expérimentation de matériel nouveau; il devait en outre régler et coordonner l'activité des Services et des Établissements chargés de la fabrication et de la réception des appareils, surveiller les perfectionnements réalisés à l'étranger, étudier de nouveaux procédés et faire préparer les prototypes de dispositifs nouvellement perfectionnés.

En 1921, le Ministre de la Guerre l'avait nommé Commandeur de la Légion d'Honneur et l'Institut de France lui avait décerné le prix Osiris, prix triennal, la plus haute récompense dont il dispose en faveur de la découverte ou de l'œuvre la plus remarquable en tout ce qui touche à l'intérêt public. En 1922, l'Académie des Sciences l'avait élu à la presque unanimité pour remplacer, dans la section de Géographie et Navigation, Alfred Grandidier, le grand explorateur de Madagascar. De tous côtés lui venaient spontanément honneurs et décorations.

En dehors de ses lourdes attributions militaires, Ferrié faisait officiellement partie d'un très grand nombre de comités, commissions et conseils nationaux et internationaux, soit comme membre, soit comme vice-président ou président. Et cela, non seulement pour ce qui

relevait directement de la T. S. F., mais aussi pour les diverses branches de la science qui en utilisent les services. A tous, il apportait une active collaboration: ses discours, rapports, mémoires, interventions étaient des modèles de méthode, de précision et de clarté qui jetaient des traits de lumière à travers les discussions les plus confuses: élagant avec une souriante bonhomie et une impeccable courtoisie les arguments épineux, proposant des solutions conciliantes et toujours soigneusement mûries, il réussissait presque toujours à rallier la grande majorité des suffrages aux thèses de bon sens et de bon accord.

Ainsi, au fur et à mesure que s'étendaient ses responsabilités et ses devoirs de chef militaire et que croissaient ses autres obligations, le grand consciencieux qu'était Ferrié ne réussissait à faire face à la besogne presque surhumaine qui lui incombait qu'en rognant plus que de raison sur le petit nombre d'heures qu'il aurait dû normalement consacrer au repos. Qu'on en juge plutôt par l'énumération ci-après, encore qu'elle ne soit point complète:

Pour la Radiotélégraphie, il assumait les fonctions de:

Président de l'Union internationale de Radioélectricité scientifique;
» du Comité d'experts de Radioélectricité de la Société des Nations;
» de la Commission internationale de réglementation des applications de la Radioélectricité;
» du Conseil du Laboratoire National de Radioélectricité;
» du Comité d'études physiques du Ministère de la Guerre;
» de la Commission centrale de T. S. F. du Ministère de l'Air;
» de commissions techniques du Ministère des P. T. T.

Pour l'Astronomie, la Géodésie et la Géophysique, il était:

Vice-Président du Conseil international des Unions scientifiques;
Vice-Président de la Commission internationale de l'Heure;
Président de la Commission internationale des Longitudes;
» de la Commission de l'Année polaire;

Vice-Président de la Commission française de l'Heure, des Longitudes et de la Gravité.

Président de la Section de Magnétisme terrestre et d'Électricité atmosphérique;

» de la Commission interministérielle de coordination de la Météorologie;

» de la Commission pour la sécurité de la navigation aérienne;

» de nombreuses commissions interministérielles chargées de préparer les propositions françaises présentées aux divers congrès internationaux.

Ajoutons encore:

Membre du Conseil de la Caisse nationale des Sciences;

» » de l'Office National des Inventions;

» » des Observatoires;

» » de l'Observatoire de Paris;

» » des Instituts de Physique du Globe;

» » de la Commission internationale d'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres.

et nombre d'autres, sans parler des sociétés et des groupements scientifiques non officiels qui s'honoraient de le compter au nombre de leurs dirigeants.

Devant cet ensemble d'obligations officielles auxquelles il faisait face avec une bonne humeur et une simplicité jamais démenties, n'est-il pas permis de manifester quelque étonnement que le Général Ferrié ait pu quand même déployer dans de nombreux domaines connexes à celui de la T. S. F. une activité scientifique aussi féconde qu'avant la guerre?

Nous le voyons en effet se préoccuper simultanément de la reprise des opérations du réseau mondial des longitudes, du perfectionnement de la diffusion de l'heure universelle, de la détermination de l'intensité de la pesanteur, de l'enregistrement automatique et sans aucun contact matériel des oscillations d'un pendule, enfin des rela-

tions de certains phénomènes météorologiques avec les variations d'intensité des parasites atmosphériques et celles des azimuts radiogoniométriques. Rappelons sommairement quels furent les principaux résultats de ces travaux.

XI. — *Le réseau mondial des longitudes.*

Grâce aux progrès réalisés pendant la guerre par l'émission et la réception des ondes hertziennes, le programme établi en 1914 par Ferrié et Driencourt allait pouvoir être considérablement simplifié. Trois grands postes de T. S. F., Lyon (ou Bordeaux), Annapolis et Honolulu permettaient en effet d'établir autour de la Terre un circuit fermé de signaux horaires: Honolulu était parfaitement reçu par San-Francisco et Shang-Haï; Annapolis par San-Francisco et Paris, Lyon et Bordeaux par Shang-Haï et par la Nouvelle Zélande.

Il était donc possible de déterminer avec une grande exactitude les longitudes de trois points situés sensiblement à la même latitude et possédant un observatoire: Alger, San-Francisco, Shang-Haï et également d'un quatrième situé en Nouvelle Zélande, dans l'hémisphère sud; sommet d'un tétraèdre entourant la Terre, ces points fondamentaux serviraient de bases pour corriger par la suite les inexactitudes des positions d'un grand nombre d'autres points obtenues par des méthodes diverses et d'inégale précision. En outre, par la répétition périodique de l'opération, ils permettraient de mesurer leur degré de fixité avec une approximation du dixième de *seconde d'arc*, seule façon précise et pratique de vérifier certaines hypothèses récentes au sujet de lents et problématiques déplacements des continents.

Le Bureau des Longitudes ayant adopté ce nouveau programme en fit approuver les grandes lignes par le gouvernement français et fut autorisé à prendre l'initiative des propositions à soumettre aux établissements scientifiques étrangers, en vue de préparer l'entente internationale indispensable à l'exécution de cette grande opération (1919).

Certains d'entr'eux ayant présenté diverses suggestions ou objections, un nouveau projet fut établi pour en tenir compte et put être soumis aux délibérations du double congrès de Rome, en 1922, celui de l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique et celui de l'Union Internationale Astronomique: les deux Unions décidèrent de nommer une *Commission mixte des Longitudes par T. S. F.* composée d'astronomes et de géodésiens, chargée d'établir le programme détaillé des opérations en plein accord avec tous les intéressés. Ferrié en fut le Président et en resta jusqu'à sa mort la cheville ouvrière.

Au cours des deux années suivantes se poursuivirent des études et des expériences préparatoires ayant pour objet d'établir avec la plus grande précision possible:

la valeur des divers types d'instruments astronomiques utilisés pour la détermination de l'heure;

le degré d'exactitude des comparaisons d'horloges par T. S. F..

Elles montrèrent d'une part, que les erreurs relevant de la Radiotélégraphie étaient pratiquement négligeables vis-à-vis de celles qui étaient imputables aux instruments astronomiques et d'autre part, que ceux-ci donnaient des résultats sensiblement équivalents, quel que soit le type employé.

En 1924, au Congrès de Madrid, les résultats de ces expériences furent soumis à l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique; celle-ci ayant alors élaboré un nouveau projet le soumettait à l'examen des membres de la commission mixte, la décision finale étant laissée à l'Union Astronomique qui fixerait au cours de son prochain congrès le programme définitif et la date des opérations.

Cette décision si longtemps attendue était enfin prise en 1925 par le Congrès de Cambridge. Un programme général en dix points prescrivait que la révision des longitudes, étant reconnue d'utilité universelle, s'effectuerait en Octobre et Novembre 1926, le programme détaillé des travaux devant être établi par la Commission mixte et envoyé par ses soins à tous les observatoires et services scientifiques. Il avait fallu à Ferrié six années de patiente et sou-

riante ténacité pour tourner de nombreux obstacles, surmonter les difficultés les plus imprévues et pour convaincre les astronomes de tous les pays de se rallier à l'un des plus beaux projets de coopération scientifique universelle qu'ait jamais connu le monde jusqu'au XX^{e} siècle: en cette occurrence, aussi bien qu'à l'occasion des conférences de l'Heure en 1912 et 1913, notre confrère se révéla une fois de plus l'homme qu'il fallait pour faire converger tous les efforts vers le même but.

On sait quel succès vint couronner cette entreprise: 42 stations astronomiques y prirent part et 9 postes de T. S. F. fournirent ensemble quotidiennement 35 émissions de signaux scientifiques convenablement réparties dans le temps: le programme prévu put être ainsi entièrement exécuté, les conditions météorologiques ayant été généralement favorables.

L'Union Internationale Astronomique, constatant lors du congrès de 1928 les excellents résultats obtenus, décida de poursuivre l'œuvre si bien commencée: une nouvelle opération mondiale fut envisagée pour 1933, dont le programme d'ensemble, après avoir été mis au point par la commission mixte présidée par Ferrié, devait être présenté ensuite à l'examen de l'Union de Géodésie et de Géophysique au cours du congrès de Stockholm de 1930 et soumis pour décision définitive à l'Union Astronomique, dont le congrès suivant était prévu pour 1932.

Malheureusement, le 16 Février 1932, la mort vint faucher prématurément celui qui, depuis vingt ans, consacrait son activité, son intelligence et son savoir à l'organisation et à l'exécution de cette grande entreprise; mais, sous l'égide de sa glorieuse mémoire, l'opération mondiale de 1933 a pu être exécutée suivant le programme qu'il avait préparé et il est permis d'espérer que d'autres continueront cette œuvre de haute portée scientifique à laquelle le nom de Ferrié restera sans doute longtemps attaché.

XII. — *Mesure de l'intensité de la pesanteur.*

On sait que la valeur « g » de l'intensité de la pesanteur en un point donné est fonction *de la longueur du pendule simple* utilisé pour la mesurer et de sa *durée d'oscillation dans le vide.*

La longueur de ce pendule simple étant très délicate à déterminer et demandant par suite beaucoup de temps, on ne procède à des mesures directes de « g » qu'en un petit nombre de points de la Terre (mesures absolues dans des stations fondamentales). Pour tous les autres points, on se contente des mesures relatives effectuées avec un *pendule composé* ayant même durée d'oscillation que le *pendule simple*, étant admis qu'il reste rigoureusement identique à lui-même quand on le transporte d'une station à l'autre; les variations de « g » étant très faibles, il importe que la durée d'une oscillation de ce pendule composé soit calculée avec une très grande approximation.

Jusqu'alors, l'opération s'effectuait avec le pendule Desforges (du Service Géographique de l'Armée) par la méthode des coïncidences des passages par la verticale de ce pendule et du balancier d'une horloge mesurant la durée totale de l'opération (de 6 à 8 heures en général).

Dès la fin de la guerre, Ferrié s'était proposé de réduire cette durée à moins d'une heure, sans diminuer la précision de la mesure de « g »; pour cela, utilisant la T. S. F., il faisait enregistrer automatiquement sur une même bande les battements d'une horloge d'observatoire et les passages du pendule par la verticale; ceux-ci étaient matérialisés par une variation du courant de plaque d'un amplificateur à lampes déterminée par le passage de la pointe inférieure du pendule (électrisé négativement) devant une pointe fixe reliée à la grille de la première lampe amplificatrice, variation qui se traduisait par un crochet dans le tracé marqué par l'oscillographe sur la bande du chronographe. Expérimenté avec succès en 1922, ce dispositif avait encore été amélioré par la suppression de l'électrisation du pendule et

par l'augmentation de la sensibilité du circuit constitué par l'amplificateur: des résultats comparables à ceux que donnait la méthode classique des coïncidences avaient alors été obtenus en moins d'une heure de travail.

Sur ces entrefaites, le Général Ferrié, ayant reçu de M. Rougier, astronome à Strasbourg, un spécimen de la cellule photo-électrique fabriquée en Allemagne par les physiciens Elster et Geitel, pensa à l'utiliser pour améliorer le dispositif ci-dessus en remplaçant le passage de la pointe du pendule au-dessus de la capacité de la pointe fixe (dont l'influence perturbatrice, si minime soit-elle, n'était pas absolument négligeable) par un faisceau lumineux tombant sur la partie sensible d'un cellule photo-électrique à l'instant précis où le pendule passait par la verticale; un courant très faible en devait résulter que l'amplificateur permettrait d'enregistrer. (Nous indiquons un peu plus loin les difficultés que Ferrié eut à surmonter pour faire déceler par l'amplificateur ces très faibles courants photo-électriques).

Les premières mesures de «g» faites en 1924 avec ce nouveau dispositif, en même temps que par la méthode des coïncidences, montrèrent que les écarts entre les résultats des deux procédés étaient inférieurs à 1/200.000, les durées d'oscillation fournies par ses huit séries d'enregistrement ayant présenté en outre l'avantage d'être beaucoup mieux groupées que celles qui furent obtenues par la méthode des coïncidences. De plus, la rapidité de l'opération (une demi-heure au lieu de six à huit heures) avait l'avantage de rendre très minimes les corrections imputables aux variations de la pression, de la température, et de l'amplitude des oscillations du pendule dans la «cloche à vide»

Ainsi, se sont trouvées grandement facilitées les mesures autrefois si longues et si pénibles de l'intensité de la pesanteur: on sait d'ailleurs que depuis lors, de nouveaux appareils ont été mis au point (Holweck et Lejay) qui réduisent le temps nécessaire à la mesure de g à moins d'un quart d'heure, calculs compris.

XIII. — *Nouvelle amélioration de la précision de l'heure universelle, le pendule auto-entretenu.*

L'enregistrement des battements marquant les secondes des diverses horloges de l'Observatoire de Paris avait montré des irrégularités systématiques et périodiques dans la durée des intervalles qui les séparaient, (écarts dépassant parfois 1/100 de seconde); mais comme les marches journalières n'en restaient pas moins d'une grande régularité (un à deux centièmes de seconde en général), la précision de ces horloges restait excellente *pour la mesure des longs intervalles de temps*; mais il n'en était pas de même quand il s'agissait de déterminer avec exactitude de *petits intervalles*, quelques secondes par exemple, à l'aide des signaux radiotélégraphiques. Dès la fin de la guerre, le général Ferrié se précoccupa de remédier à cette anomalie.

On sait que les horloges de l'Observatoire sont placées dans des caves, à 27 mètres de profondeur et que les astronomes pour en relever les indications *à distance* utilisaient un circuit électrique se fermant à l'aide d'un cliquet porté par le balancier et engrenant avec une roue dentée; que les dents de cette roue ne soient pas absolument identiques, malgré les soins minutieux apportées à leur taille, on le conçoit aisément.

La conséquence inévitable, c'est que la fermeture du courant, au lieu de se faire toujours à l'instant précis où le balancier passe par la verticale, se faisait tantôt à cet instant, tantôt un peu avant ou après, la somme algébrique des écarts étant périodiquement nulle. La période étant égale à une minute, on comprend que pour des intervalles de temps moindres que la minute des erreurs atteignant le 1/50 de seconde puissent normalement se produire.

Supprimer le mécanisme du cliquet et de la roue dentée et le remplacer par l'effet photo-électrique d'un faisceau lumineux illuminant la partie sensible d'une cellule au potassium, à l'instant précis où le

balancier de l'horloge passe par la verticale, telle apparaissait à notre confrère la solution rigoureuse du problème.

Toutefois la quantité de lumière qui pouvait être mise en jeu étant très minime, les courants photo-électriques ainsi engendrés étaient extrêmement faibles et leur amplification très difficile; le vide des lampes, aussi poussé soit-il, n'étant jamais parfait, une ionisation s'y produisait: les ions positifs se portaient sur la grille et y contrariaient l'accumulation de la charge négative produite par le flux d'électrons provoqué par l'éclairement très court de la cellule au potassium; par suite, aucune variation de courant ne se manifestait dans l'amplificateur.

Ferrié et ses collaborateurs, MM. Jouaust et Mesny, vinrent à bout de la difficulté en renforçant la sensibilité de l'amplificateur à l'aide d'une grille supplémentaire placée entre le filament et la grille normale, très près de cette dernière; grâce à cette quatrième électrode, portée à une tension positive par rapport au filament, le potentiel de plaque se trouvait ramené à une valeur sensiblement inférieure aux potentiels d'ionisation de la plupart des gaz résiduels et l'inscription sur l'enregistreur du passage du courant photo-électrique s'opérait aisément.

Mais lorsque l'installation eut été mise au point, on dut constater que les inégalités de durée des diverses secondes dès horloges n'étaient point complètement supprimées comme on l'avait espéré; elles étaient simplement réduites de moitié environ. Comment expliquer ce résidu d'irrégularité, pensa Ferrié, sinon par les inégalités des roues dentées du mécanisme même des horloges? L'idée lui vint alors de chercher à remplacer ce mécanisme interne par un balancier dont les oscillations seraient entretenues et enregistrées automatiquement sans autre contact matériel que celui de son point de suspension: ce fut l'origine de ses recherches sur le *pendule auto-entretenu*.

La réalisation de cet admirable appareil peut se décrire sommairement ainsi:

Un pendule à grosse inertie, suspendu à une potence, porte à son extrémité un aimant permanent dont une branche plonge dans une bobine horizontale formant solénoïde; sur sa tige, et à distance convenable du point de suspension, est fixé un miroir concave perpendiculaire au plan d'oscillation.

Au moment précis où le pendule, oscillant avec sa période propre, passe par la verticale, l'aimant reçoit du solénoïde une impulsion très brève mais suffisante pour entretenir son mouvement. Cette impulsion est le résultat d'un courant photo-électrique lancé dans le solénoïde par l'effet d'un faisceau lumineux réfléchi par le miroir concave sur la partie sensible d'une cellule au potassium reliée à un amplificateur à lampes.

Combien difficile et minutieuse fut la mise au point de l'appareil, seul pourrait le dire M. Jouaust qui fut, en cette occasion comme en bien d'autres, un des plus précieux collaborateurs du Général Ferrié: parmi les difficultés à vaincre, citons la suivante qui fut surmontée de la manière la plus ingénieuse.

Chaque fois que le pendule passait par la verticale un courant photo-électrique, toujours de même sens, était lancé dans le solénoïde et son action s'exerçant à chacune des demi-oscillations, la résultante était nulle: il fallait donc supprimer une fois sur deux l'arrivée du faisceau lumineux sur la cellule: pour cela, une pendulette électrique auxiliaire synchronisée avec le pendule par le courant d'entretien de ce dernier, fut chargée de la commande électrique d'un obturateur s'interposant sur le trajet lumineux une fois seulement par oscillation complète.

Ce pendule auto-entretenu ayant été reconnu capable, au Bureau International de l'Heure, d'assurer la plus grande constance possible à l'espacement des signaux scientifiques servant à diffuser par T. S. F. l'heure universelle, son installation en fut faite par le Général Ferrié en personne, assisté de MM. Jouaust et Gale. Il est réglé pour fournir 61 oscillations en 60 secondes de temps moyen et sa

période reste pratiquement constante, sa tige en *métal invar* étant à peu près insensible aux petites variations de température.

Au moment de sa mise en service, une des principales difficultés à vaincre fut d'obtenir un synchronisme rigoureux entre le départ du premier des 61 battements radiotélégraphiques et le départ de la première des 60 secondes de chacune des minutes de l'horloge de temps moyen, durant les cinq minutes d'émission des signaux scientifiques. Ferrié et ses collaborateurs y réussirent grâce à l'artifice suivant:

Dans les intervalles de temps qui séparent deux émissions de signaux horaires scientifiques, le mouvement du pendule est entretenu par un courant fourni par cette horloge de temps moyen, courant lancé dans le solénoïde une fois seulement par minute à l'instant précis du battement de la première seconde. Un peu avant l'envoi des signaux, l'horloge est très soigneusement remise à l'heure, afin que le pendule aux 61 battements s'y trouve automatiquement lui-même. Puis, toute liaison est supprimée entre l'horloge et le pendule: celui-ci, abandonné à lui-même, oscille alors librement, *sans aucune sorte d'entretien*, pendant les cinq minutes d'envoi des signaux, *le courant photo-électrique ne servant que pour l'enregistrement des battements*.

L'espacement des signaux scientifiques ainsi diffusés s'est révélé constant à moins d'un millième de seconde près, résultat dont l'importance scientifique est considérable: des trois unités fondamentales du système C. G. S., en effet, seule, la seconde de temps n'avait pu être matérialisée, jusqu'à ces dernières années, qu'avec une approximation rudimentaire, alors que le centimètre et le gramme étaient mesurés avec une exactitude à peu près parfaite au moins jusqu'à la 5me décimale. Ce fut l'ambition de Ferrié de mettre à la disposition des savants un instrument de mesure du temps dont la précision puisse autant que possible se rapprocher de celle des deux autres unités fondamentales: par cette conquête du *millième de seconde*, il a fourni aux chercheurs un instrument de travail dont la puissance doit dé-

cupler leurs possibilités d'investigations et favoriser leurs futures découvertes.

Avec ce pendule auto-entretenu, la construction d'une horloge astronomique battant des secondes d'une régularité quasi-parfaite devenait possible et aurait pu être entreprise avec toutes chances de succès; mais les accumulateurs nécessaires à la création du potentiel indispensable impliquent non seulement certaines sujétions pour leur entretien mais parfois aussi des ennuis pour leur utilisation; d'autre part la tension du courant du Secteur électrique desservant l'Observatoire n'étant pas constante, il faudrait prévoir l'installation d'un régulateur d'un prix fort élevé; pour ces motifs, l'exécution a dû en être ajournée.

Faut-il le regretter? Les erreurs instrumentales de la lunette au moment de chaque passage d'étoile au méridien étant encore impossibles à déterminer avec certitude, la précision du centième de seconde reste trop aléatoire avec cet appareil pour que d'aussi grosses dépenses soient engagées prématurément; la construction d'une horloge astronomique dont les oscillations du balancier seraient entretenues sans contact matériel autre que son point de suspension, capable, par suite, de battre la seconde avec une régularité de l'ordre du 1/1000 de seconde, doit encore attendre que les déterminations astronomiques de l'heure soient elles-mêmes susceptibles d'une précision analogue.

Le Général Ferrié, constatant que les astronomes n'étaient pas encore en mesure de garantir le centième de seconde, alors que la T. S. F. leur permettait de comparer leurs chronomètres avec la précision du millième, ne cessait d'apporter le plus vif intérêt à toutes les recherches pouvant servir de point de départ à la mise au point d'un appareil d'observatoire capable d'apporter à la *détermination* de l'heure, la précision qu'il avait réalisée pour sa *diffusion*. Peut-être eut-il contribué lui-même à sa réalisation si la mort lui en avait laissé le temps.

XIV. — *Application de la T. S. F. à la météorologie.*

L'activité scientifique du Général Ferrié s'est en outre exercée avec une grande efficacité dans un autre domaine, celui de la météorologie, science des phénomènes atmosphériques, presque aussi vieille que l'humanité, mais dont la modernisation est à peu près contemporaine de la naissance de la T. S. F.. Il a été l'un des premiers, sinon le premier, à concevoir les relations étroites qui doivent exister entre celle-ci et celle-là et à chercher à mettre en évidence leurs points communs pour le plus grand profit de l'une et de l'autre.

Les rapports qui se sont établis de très bonne heure entre le poste de la Tour Eiffel et son proche voisin le Bureau Central Météorologique furent d'abord d'un ordre essentiellement pratique: puisque la T. S. F. transmettait aux navigateurs, tous les jours à la même heure, les signaux nécessaires à la détermination de leur position en longitude, n'était-il pas logique d'y ajouter des renseignements météorologiques susceptibles de les aider à établir leurs prévisions locales du temps? C'est pourquoi Ferrié faisait prendre chaque matin au Bureau Central, que dirigeait alors M. Angot, un bulletin spécialement rédigé à cet effet afin de pouvoir le diffuser aussitôt après l'émission des signaux horaires du jour.

Mais, par un étrange et inexplicable paradoxe, les météorologistes qui auraient dû être les premiers à saisir avec empressement l'occasion que leur offrait la T. S. F. de développer leurs moyens techniques de prévision quotidienne du temps, lui témoignèrent au contraire une indifférence un peu dédaigneuse. C'est ainsi que sur les cartes journalières établies par le Bureau Central de la rue de l'Université ne figurèrent jamais que les renseignements reçus par la voie de la télégraphie ordinaire; ce ne fut qu'après la guerre que parvint à s'établir à cet égard une conception moins archaïque.

Dans l'esprit de Ferrié, en effet, sa collaboration avec les météoro-

logistes ne devait pas se borner à la simple diffusion d'un bulletin quotidien donnant des renseignements déjà vieux de presque 24 heures; elle devait se traduire, en ce qui concerne les *applications pratiques*, par une très grande rapidité d'échanges d'informations météorologiques aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de nos frontières; en outre, dans le domaine de la *science pure*, cette collaboration entre la T. S. F. et la Météorologie devait se manifester par une sorte de parallélisme des recherches effectuées aux confins de l'une et de l'autre. Ferrié considérait en effet que pour arriver à une interprétation correcte des grands phénomènes de l'air, la Météorologie ne devait plus les considérer dans les étroites limites de sections d'atmosphère marquées par des frontières terrestres politiques ou naturelles, mais sur le plan plus vaste d'une collaboration internationale progressivement étendue à toute la Terre, ce qui n'était possible que grâce à une utilisation intensive de la T. S. F..

Aussitôt après la signature de l'armistice, Ferrié ayant commencé à radiotélégraphier trois fois par jour les observations de 15 stations météorologiques françaises, son exemple fut presque aussitôt suivi par l'Espagne, la Belgique et l'Italie, puis un peu plus tard par l'Angleterre: celle-ci avait mis à profit son léger retard pour réaliser une organisation lui permettant de diffuser les observations de ses 20 stations une heure et demie après qu'elles avaient été faites, véritable tour de force pour l'époque.

En 1920 et 1921, son initiative recevait une consécration éclatante: la commission internationale de télégraphie météorologique, qui avait organisé depuis de nombreuses années l'échange international des renseignements météorologiques sur la base exclusive des télégrammes par fil, y substituait la radiotélégraphie et établissait le premier horaire officiel de radiogrammes météorologiques. Le succès désormais était certain et les transformations nécessaires en bonne voie: l'obligation de protéger la navigation commerciale aérienne sur des parcours de plus en plus longs allait faire le reste.

La télégraphie par fil étant évidemment incapable d'assurer un tra-

fic aussi important et aussi urgent, il fallait en effet multiplier les postes de T. S. F. à moyenne et à grande puissance; par suite, le caractère international de la Météorologie radiotélégraphique allait s'imposer aux plus sceptiques. Les débuts n'allèrent pas sans quelques tâtonnements entraînant parfois une médiocrité de rendement regrettable, mais dans tel ou tel de ces moments difficiles, une intervention de Ferrié se produisait au moment voulu pour favoriser les mises au point indispensables, permettant ainsi à la jeune organisation de triompher de ces inévitables crises de croissance. Plus tard, en 1927, à la Conférence Radiotélégraphique Internationale de Washington, ce sera encore à lui que la Météorologie sera redevable de la conquête des privilèges nécessaires à son essor, en dépit de l'hostilité de ceux qui soutenaient que toutes les longueurs d'onde supplémentaires qui pourraient lui être accordées seraient des longueurs d'onde abandonnées en pure perte par le trafic général. Enfin, en 1929, la Conférence Météorologique de Copenhague, ayant établi un plan mondial de radiogrammes météorologiques, ce fut encore l'intervention de Ferrié qui fit confier au poste de la Tour Eiffel la mission de diffuser trois fois par jour les observations d'environ 350 stations réparties entre l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Océan Atlantique depuis l'Islande jusqu'aux Iles du Cap Vert.

Par ces victoires successives sur l'inertie, les mauvaises volontés, l'incompréhension et la routine, une ère nouvelle s'est ouverte pour la Météorologie universelle; celle-ci n'ignore pas (et elle n'oubliera pas) comment et grâce à qui elles furent gagnées.

Au cours de ses multiples missions radiotélégraphiques en pays tropicaux, le Général Ferrié avait pu se rendre compte de la gêne considérable — allant parfois jusqu'à l'obstruction — que les parasites atmosphériques apportent à la réception des radiogrammes locaux ou lointains. En règle générale, ils ne permettent guère d'assurer un trafic aisé que pendant la matinée, entre le lever du soleil et 10 ou 11 heures; le reste du temps ils sévissent avec un violence et une con-

tinuité dont on n'a que de rares exemples dans nos régions tempérées. Quelles en sont les origines et les causes?

Orages, tornades, cyclones, typhons, tempêtes en sont-ils seuls responsables? Les mouvements ascendants et descendants des masses d'air chaudes et froides sont-ils à incriminer? La température et la pression atmosphérique ont-elles une influence sur leur apparition, leur renforcement et leur disparition? Se divisent-ils en catégories distinctes? Leurs variations quotidiennes et saisonnières obéissent-elles à des lois? Tels étaient les premiers et principaux points à éclaircir; mais pour y parvenir, Ferrié estimait que le concours des météorologistes était absolument indispensable, les observations à effectuer devant se répartir entre de nombreuses stations disséminées sur toute la surface du globe.

D'autre part, au cours de ses études sur la Radiogoniométrie (poursuivies depuis les débuts de la T. S. F. en collaboration avec Blondel, puis avec Jouaust, Mesny, Pérot), Ferrié avait maintes fois remarqué de fortes anomalies dans les relevés d'azimuts radiogoniométriques de postes à ondes longues plus ou moins éloignés: généralement concordants avec les azimuts géographiques pendant le jour, ils présentaient par contre avec ceux-ci entre le coucher et le lever du soleil, des divergences atteignant parfois 90 degrés. Il en rattachait l'origine à des variations de l'ionisation atmosphérique le long du trajet suivi par les ondes, mais les lois de ces phénomènes restaient à découvrir.

Ces variations sont encore plus nombreuses et plus diverses avec les ondes courtes: celles-ci, bien que n'exigeant à l'émission qu'une faible énergie et une antenne de modestes dimensions, atteignent, comme on sait, des portées aussi considérables que les ondes longues les plus puissantes; mais elles présentent sur leurs parcours des zones de faible réception ou même de silence complet dont les positions et les dimensions sont très variables et qui s'intercalent entre d'autres où la réception est excellente; on sait maintenant que ce phénomène est produit par la réflexion des ondes sur les couches

ionisées des très hautes régions de notre atmosphère, ce qui leur permet de grandes portées, alors que l'onde qui se propage le long du sol est très rapidement affaiblie, bien avant que la courbure de la terre ait à intervenir.

A l'appel du Général Ferrié, de jeunes chercheurs se sont attaqués aux divers problèmes ainsi posés: des mesures des variations de l'activité des parasites, et des anomalies de propagation des ondes ont été entreprises un peu partout: en France, Jouaust, du Laboratoire National de Radioélectricité, R. Bureau, de l'Office National Météorologique, N. Stoyko, du Bureau International de l'Heure se sont chargés de ces recherches dont les résultats sont déjà riches de promesses.

Pour ce qui est de la haute atmosphère, où les gaz sont si raréfiés qu'aucun engin mécanique actuel n'y saurait atteindre et sur laquelle les notions acquises par l'analyse spectrale (appliquée aux aurores polaires, aux dernières lueurs crépusculaires, aux étoiles filantes, aux radiations des astres) étaient restées très vagues, la T. S. F. s'en est révélée un excellent moyen d'étude, car elle a déjà permis de démontrer l'existence de plusieurs régions ionisées superposées dans la très haute atmosphère, de mesurer leur altitude, d'en suivre les variations et de calculer la densité d'ionisation de chacune d'elles. Quant à la basse atmosphère, ce sont les parasites atmosphériques qui en sont devenus les agents d'investigation les plus précieux; en particulier, pour l'étude méthodique de l'instabilité verticale de l'air, de laquelle dépendent l'état du ciel, les formes des nuages, les vents, les pluies, la grêle, les diverses manifestations électriques, etc... Le Général Ferrié suivait ces études avec une attention passionnée et toujours en éveil, favorisant la création de nouvelles stations d'enregistrement des parasites atmosphériques, patronnant et inspirant les chercheurs, dégageant d'un coup d'œil sûr les points les plus importants, indiquant les expériences nécessaires à l'élaboration de nouvelles hypothèses, etc... C'est ainsi qu'en 1931, au congrès de Copenhague, il avait cru pouvoir préconiser l'étude des variations

de la propagation des ondes par rapport aux manifestations volcaniques, proposition qui avait alors paru quelque peu étrange. Or, la dernière grande éruption des Andes a montré la justesse de cette prévision: les poussières projetées ont entraîné pendant quelques jours une modification notable dans les qualités de propagation des ondes courtes, tout se passant comme si ces ondes étaient devenues plus longues.

Lorsqu'après de longues négociations entre les Directions compétentes des divers pays une organisation météorologique internationale eut enfin été réalisée pour assurer l'étroite coopération nécessaire à la protection de la navigation aérienne, on s'aperçut, chez nous, qu'une telle coopération était loin d'exister entre les services météorologiques métropolitains et ceux des possessions françaises d'Outremer: pour remédier à un si fâcheux état de choses, un décret créa une «*Commission consultative de coordination de la Météorologie nationale*» (23 Oct. 1930) dont le Général Ferrié fut nommé président. Des nombreuses présidences qu'il avait jusqu'alors exercées aucune ne lui avait encore donné tant de peine et tant de souci que celle-là, car chaque service se refusait à sacrifier ses prérogatives et à adopter des formules portant la moindre atteinte à son indépendance. Pourtant, leur répétait inlassablement Ferrié, il est indispensable que tous les services météorologiques placés sous le pavillon français dans quelque partie du monde qu'ils se trouvent, puissent transmettre chaque jour, à des heures fixées d'avance et suivant un schéma et un code uniformes, les résultats de leurs observations; qu'ils puissent en outre *s'interroger directement, sans aucun intermédiaire* retardateur, pour faire face à des besoins imprévus et urgents, afin que tous concourent à la protection des lignes aériennes reliant la France et ses colonies. Par conséquent il faut absolument qu'une entente se réalise une fois pour toutes et simultanément entre les divers services. Quant aux recherches de science pure, on pourrait se borner à les faciliter par des échanges de comptes-rendus des ré-

sultats obtenus et par la multiplication des *contacts personnels* entre les chercheurs.

Contacts personnels, échanges d'informations, coordination des efforts, coopération confiante et désintéressée sur le plan national d'abord, international ensuite, pour les progrès de la science et le bien de l'humanité, telle a été la règle constante de sa vie scientifique; et c'est parce qu'il s'y est immuablement attaché qu'il a pu mériter l'appréciation suivante portée par un de ses collaborateurs de la période de guerre: « Avec tout autre que lui à notre tête nous n'aurions sûrement pas obtenu le quart des progrès que la Radio-télégraphie militaire a pu réaliser au profit de nos Armées. » Paroles qui peuvent s'appliquer presque mot pour mot à ce qu'il a fait pour la Météorologie depuis la fin de la grande guerre.

XV. — *Récompense exceptionnelle décernée au Général Ferrié par un vote unanime du Parlement; sa fin soudaine.*

Le 20 Mars 1925, Ferrié était nommé Général de Division et maintenu dans toutes ses fonctions; il y avait déjà six ans qu'il était général de brigade: qu'on ne se hâte pas toutefois de supposer que le haut commandement et le Ministre de la Guerre aient ainsi voulu lui faire « marquer le pas », car de ce retard il fut lui-même le seul responsable et cela dans des conditions de désintéressement telles qu'on ne saurait les passer sous silence; elles constituent en effet un des plus rares exemples de modestie et d'abnégation que l'on puisse citer en pareille matière: un jour de 1923, il se présentait au Général Hellot, Inspecteur Général du Génie pour lui exposer que se trouvant déjà largement récompensé, il souhaitait vivement ne pas être promu divisionnaire avant tel ou tel de ses camarades, plus âgés que lui, et qu'il le priait en conséquence de bien vouloir en rendre compte, le moment venu, au grand chef chargé d'établir les listes de présentations; ce qui fut fait aussitôt: le Maréchal Pétain en prit bonne note

sans manifester d'étonnement, mais non sans dire que par ce geste Ferrié se grandissait encore!

A l'étranger, son œuvre scientifique et son autorité technique étaient hautement appréciées; chaque année, il représentait la France dans un ou deux congrès internationaux se rapportant soit à la Radioélectricité, soit à l'Astronomie, soit à la Géodésie et à la Géophysique, soit à la Recherche scientifique; partout, il sut défendre avec succès les intérêts de notre pays, tout en proposant et faisant adopter les solutions les plus conformes à l'intérêt général, car il avait au plus haut degré le sens de la solidarité qui doit lier les nations dans l'organisation des communications radioélectriques. Dans toutes ses interventions on sentait moins le technicien préoccupé de sa spécialité que le savant aux vues larges, aux conceptions élevées, embrassant l'ensemble de phénomènes en apparence très divergents, mais qui doivent s'harmoniser dans une synthèse générale par la constante coopération des laboratoires de tous les pays.

En Décembre 1927, le Gouvernement l'élevait à la dignité de Grand Officier de la Légion d'Honneur et l'année suivante, l'Inspecteur Général du Génie suggérait qu'en considération de ses éminents services, il lui soit conféré rang et prérogatives de Commandant de Corps d'armée. Mais M. Painlevé, alors Ministre de la Guerre, estima qu'il fallait faire plus encore: l'inexorable limite d'âge devant l'atteindre en Novembre 1930, il envisagea pour lui une récompense exceptionnelle, son maintien en activité sans limite d'âge.

On sait que cette faveur est réservée par les dispositions législatives actuelles aux maréchaux de France et aux généraux ayant exercé avec distinction devant l'ennemi le commandement d'au moins une Armée: Ferrié ayant fait toute sa carrière dans la Télégraphie militaire, le Gouvernement ne pouvait lui accorder une aussi haute marque de la reconnaissance nationale qu'avec l'autorisation du Parlement: ce fut l'objet de la loi du 6 Avril 1930, dont les rapporteurs furent M. Guilhaumon à la Chambre des Députés et le Général Bour-

geois au Sénat. Adoptée à l'unanimité, sans débat, par les deux Chambres, cette loi disait dans son unique article: *Par dérogation exceptionnelle aux dispositions de l'article 3 de la Loi du 8 Juillet 1920, le Général de Division Ferrié (Gustave, Auguste) sera maintenu en activité, sans limite d'âge. Cet Officier général sera placé hors cadres lorsqu'il aura atteint l'âge de 62 ans. Il ne pourra être pourvu d'emploi d'activité au delà de 65 ans.* »

M. A. Maginot, Ministre de la Guerre, l'en informa dans les termes suivants:

« Général, au moment où est promulguée la loi vous maintenant en « activité sans limite d'âge, je tiens à vous dire combien je me félici- « te que cette loi porte ma signature. La France entière sait ce que « le monde vous doit pour les progrès remarquables que vous avez « su réaliser dans le domaine de la Radioélectricité. Elle n'ignore pas « non plus le dévouement et le désintéressement avec lesquels, re- « nonçant aux situations industrielles les plus lucratives, vous avez « tenu à rester au Service de la Défense Nationale.

« Le Gouvernement et le Parlement se sont associés unanimement « pour vous marquer la très haute estime dans laquelle ils tiennent « vos travaux et votre caractère.

« Je suis heureux, à cette occasion, d'avoir été plus particulière- « ment l'interprète de la reconnaissance du pays. »

MAGINOT

De toutes les récompenses qui lui furent décernées au cours d'une admirable carrière exclusivement consacrée à l'Armée, à la Science et à la Patrie, aucune ne pouvait, même de loin, être comparée à ce magnifique témoignage de gratitude nationale qui l'égalait aux grands chefs dont la ténacité et le génie avaient donné la victoire à la France: Ferrié, avec sa modestie habituelle, en rapportait tout le mérite sur ses collaborateurs, ne retenant pour lui que cette phrase du rapport de M. Guilhaumon: « La France a encore besoin de lui ». Et

il redoublait d'énergie, d'ardeur et de dévouement dans l'accomplissement d'une tâche de jour en jour plus considérable.

En 1929, il avait été nommé président du comité d'étude et d'expériences physiques du Ministère de la Guerre qui groupe des savants et des délégués des divers ministères en vue de l'étude des questions scientifiques et techniques intéressant la défense nationale. En Mai 1930, il recevait la 4me étoile avec rang et prérogatives de Commandant de Corps d'armée; le 19 Novembre suivant, atteignant 62 ans, il était placé hors cadres tout en conservant ses fonctions.

Au faîte des honneurs, Ferrié était resté aussi simple, aussi cordial, aussi gai, aussi enthousiaste que durant ses années de jeunesse, alors que dans la solitude du laboratoire, il passait des jours et des nuits à chercher. Son mâle visage avait un peu vieilli, sa barbe était devenue presque blanche, mais son ardeur au travail restait toujours aussi admirable.

Confiant dans sa robuste constitution, ne sentant pas le poids des ans, il se prodiguait sans répit, afin de faire face à tous ses devoirs, à toutes ses responsabilités: levé tôt, couché tard, dépêchant souvent ses repas, il réduisait progressivement le peu de temps de repos qu'il s'accordait. Pour raccourcir la durée de ses multiples déplacements, il s'astreignait à ne voyager que de nuit afin de pouvoir disposer des heures de jour pour ses travaux. Il se serait fait scrupule d'omettre une inspection, de ne pas répondre à un appel ou de manquer à accorder un entretien à ceux qui venaient le consulter, sollicitant aide, encouragement et conseils.

Assidu aux séances du Bureau des Longitudes, il prenait une très grande part — parfois même une part prépondérante — à la création et à l'organisation des diverses missions scientifiques, ainsi qu'à la préparation de leurs programmes; il correspondait avec elles durant leur exécution, parait aux à-coups, mettait en relief leurs travaux et se préoccupait avec sollicitude des récompenses méritées par leurs membres.

Non moins assidu à nos séances, combien d'intéressantes et savan-

tes communications ont été présentées par lui depuis 1921, de cette voix chaude et vibrante, dont la sonorité dominait sans peine le bruit confus des conversations ?

Ses amis aussi bien que ses proches mesuraient mieux que lui le danger d'un labeur aussi constant, atteignant et parfois même dépassant les limites ordinaires des forces humaines ; ils lui demandaient d'accorder plus de temps au repos, mais sans succès : « ma carcasse de Savoyard, leur disait-il gaîment, est comme les rochers de nos montagnes ; j'ai confiance en sa solidité. »

Ce fut au début de Juin 1931, à Copenhague, à la fin du Congrès de l'Union radioscientifique internationale, que la nature lui donna son premier avertissement ; de sévères douleurs abdominales l'obligèrent alors à garder le lit ; cette crise, attribuée par lui à une banale intoxication alimentaire, ayant été surmontée, il n'en fut plus question et Ferrié, de retour à Paris, reprit sans aucun ménagement le cours de sa prodigieuse activité. Il se préparait, pour les premiers mois de 1932, à effectuer une tournée d'inspection en Syrie, laquelle devait être suivie d'un voyage aux États-Unis à l'occasion du Congrès de l'Union astronomique internationale où allait se discuter le programme de la 2me opération mondiale des longitudes, organisée par ses soins.

Mais, dans les premiers jours de 1932, il était appelé à Genève en sa qualité de président du comité d'experts de Radioélectricité de la Société des Nations, afin de contrôler l'installation du poste de T. S. F. avant sa mise officielle en service ; il avait en outre à se rendre à Marseille et à Montpellier aussitôt après pour y passer l'inspection des troupes et des services de transmission.

Parti de Paris assez mal en train, voyageant de nuit comme de coutume, Ferrié consacrait les journées aux rituelles visites, inspections, réceptions et conférences qui lui imposaient sans répit des efforts physiques continus et une perpétuelle tension d'esprit. A sa rentrée à Paris il était en proie à une nouvelle crise ; mais toujours optimiste, rassurant son entourage, il mettait son état fièvreux au compte

d'une manifestation de paludisme; une légère amélioration, qui parut un moment lui donner raison, ne fut malheureusement que de courte durée et le diagnostic d'appendicite finit par s'imposer.

Ce fut alors son transfert à l'Hôpital militaire du Val de Grâce, motivé par la nécessité d'une intervention chirurgicale de toute urgence; pour comble d'infortune, l'état du cœur n'était pas très bon et il fallait que le malheureux patient se résigne à supporter cette douloureuse opération sans anesthésie.

Ce supplice, qui seul pouvait assurer son salut, le Général Ferrié l'accepta stoïquement: ce furent pour lui d'interminables minutes de torture que semblaient prolonger encore les explications que le chirurgien donnait à ses jeunes assistants. Hélas! cette tentative désespérée ne devait pas être couronnée de succès: pendant quatre longs jours de martyre, ce corps robuste défendit énergiquement sa vie, mais le cœur et les reins ayant faibli sa résistance déclina sensiblement.

Les bulletins communiqués aux journaux devinrent pessimistes, répandant une grande anxiété dans toute la France; le Maréchal Franchet d'Espérey, mandaté par le Ministre de la Guerre, vint porter à l'illustre malade les vœux fervents de toute la nation et lui remettre l'insigne de Grand-Croix de la Légion d'Honneur. Comme à ce moment il reposait un peu, le Maréchal ne voulut point le troubler et ce ne fut que le lendemain qu'on fit part à Ferrié de cette visite et de cette promotion: avec son bon sourire habituel, mais, pour une fois un peu désabusé, il répondit: « Serais-je donc déjà si bas? Il me semble pourtant que je vais mieux. » Et, lucide, affable et calme ainsi qu'à l'ordinaire, il continua de s'entretenir avec sa chère femme, assise à son chevet et dissimulant sous un douloureux enjouement le déchirement de son cœur, car elle savait que l'heure fatale était proche. Brusquement il perdit connaissance et peu après rendit le dernier soupir.

Ainsi finit le 16 Février 1932 à 10 h. 45 cette noble vie de labeur,

de loyauté et de bonté, tout entière consacrée au service de la patrie et de la science. Le Général Ferrié mourait à la tâche, en pleine action, quinze mois après l'heure qui aurait sonné sa mise au repos si la loi du 6 avril 1930 ne l'eût maintenu en activité; mais un tel homme au cerveau bouillonnant d'idées aurait-il pu jamais s'accommoder d'un autre repos que du repos éternel!

Son nom restera dans l'histoire de la science non seulement comme celui du savant technicien qui a fait réaliser d'immenses progrès à la T. S. F., qui a élevé jusqu'au millième de seconde la précision de la division mécanique du temps, base fondamentale de l'astronomie, qui a inspiré et organisé les méthodes radioélectriques d'exploration de l'atmosphère et les opérations mondiales de mesures périodiques de longitudes destinées à déceler une éventuelle instabilité dans les positions relatives des continents, mais encore comme celui d'un novateur, d'un véritable précurseur dans l'organisation de la Recherche scientifique.

Car son idée maîtresse, celle qui a dominé toute son œuvre, et lui a donné toute son ampleur, ce fut la nécessité de la coopération entre savants dont les spécialités se rejoignent: la Science, disait-il, crée l'émulation et non la rivalité; pour en accélérer les progrès, il est nécessaire que les chercheurs puissent aisément confronter leurs hypothèses, leurs constatations, leurs résultats; des possibilités nombreuses de découvertes importantes se trouvent, en effet, sur les confins indécis et peu explorés de leurs spécialités respectives aussi bien que dans leurs domaines propres.

En ce qui concerne plus particulièrement la Radiotélégraphie, Ferrié, dès les débuts, avait eu l'intuition qu'elle ne devait pas se limiter à apporter aux hommes un nouveau et puissant moyen de communication rapide pour activer leurs affaires commerciales, administratives ou stratégiques, mais qu'elle allait ouvrir à la Science d'immenses possibilités d'investigations nouvelles et irréalisables sans elle.

Dans la masse confuse des phénomènes inexpliqués et souvent contradictoires que la T. S. F. ne cesse d'accumuler et dont les manifestations complexes et changeantes semblent parfois défier nos possibilités d'analyse ou de synthèse, il avait deviné un ordre caché sous des apparences chaotiques, dont les lois se dégageraient progressivement quand les savants pourraient disposer de quantités suffisantes d'observations comparables entre elles, soigneusement contrôlées et convenablement réparties sur toute la surface du globe. On sait combien cette vue était juste et combien les premiers résultats obtenus nous ont apporté de promesses et d'espérances.

Nul plus que lui n'a eu le don de grouper les compétences et les bonnes volontés en vue de la convergence des efforts vers la progression du savoir humain. Nul mieux que lui n'a su conduire patiemment et courtoisement des discussions scientifiques ardues et épineuses; restant dans l'ombre quand tout allait bien, intervenant quand certains désaccords devenaient dangereux, jetant dans la balance, au moment décisif, le poids de son indiscutable autorité technique, il réussissait presque toujours à emporter l'assentiment de tous en faveur des solutions conformes aux grands intérêts généraux de l'humanité.

Nul n'a été plus accueillant aux jeunes chercheurs de tous pays, leur prodiguant ses conseils, partageant leurs enthousiasmes, les gardant des imprudences, inspirant à tous une confiance sans bornes, pleine d'affection, de respect et de dévouement. A ce point de vue comme à tant d'autres, sa disparition à laissé un vide que la France aura beaucoup de peine à combler.

Ce savant qui aurait pu accumuler les richesses est mort pauvre; aux situations lucratives que lui offrait l'industrie, il a toujours préféré la modeste simplicité de l'état militaire. Soldat, il l'était de toute son âme et il ne connaissait pas de plus bel éloge que celui qui lui avait été décerné alors qu'il était jeune capitaine: « Officier qui fait

honneur à son Arme ». A la Savoie, sa petite patrie, à la France et à l'Humanité, il n'a cessé de faire admirablement honneur.

Puisse la vie du général Ferrié, trop imparfaitement retracée dans cette notice, servir de guide et de modèle à tous les jeunes Français épris de l'idéal patriotique et scientifique! Puisse-t-elle lui susciter de nombreux émulateurs, et en particulier dans ces jeunes phalanges chaque année renouvelées, qui continuent les magnifiques traditions de sa chère École polytechnique!

FUNÉRAILLES

DE

CHARLES LALLEMAND

Membre de la Section de Géographie et Navigation

à VECQUEVILLE (Haute-Marne)

le jeudi 3 février 1938.

DISCOURS

DE

M. GEORGES PERRIER

Membre de l'Académie des Sciences

AU NOM DE L'ACADÉMIE.

MADAME,

Je suis ici pour apporter un témoignage de haute estime et d'affection à Charles Lallemand, d'abord au nom des deux Corps savants qui s'honoraient de le compter dans leur sein: l'Académie des Sciences et le Bureau des Longitudes, ensuite au nom d'un organisme inter-

national dont la création lui est due pour un grande partie, et dont il a été pendant 14 ans le Président et l'incomparable animateur, l'Union géodésique et géophysique internationale.

Charles Lallemand est mort dans sa 81me année, et cet homme, dont la carrière a été si noblement remplie, aurait eu droit à un tranquille repos dans son extrême vieillesse. Par une déplorable injustice du sort, l'existence était pour lui depuis quatre années un véritable martyre et quel que soit notre amer chagrin de son départ, nous en sommes à accepter pour lui l'arrêt du destin comme une délivrance.

Né non loin d'ici, à St Aubin-sur-Aire (Meuse), le 7 mars 1857, entré fort jeune, à 17 ans 1/2, à l'École polytechnique, il en sortit dans ce Corps des Mines que choisissent en général les tout premiers de l'École.

C'était le moment où la nécessité se faisait sentir de couvrir la France d'un réseau de nivellement de précision plus dense et plus précis que l'ancien réseau de Bourdaloüe. Une Commission interministérielle ne consacrait pas moins de 7 années (1878-1885) à dresser dans ses lignes essentielles le plan de l'œuvre à accomplir. Le jeune Secrétaire de la Commission était l'Ingénieur Charles Lallemand. Il avait désormais trouvé sa voie. Le Service du Nivellement général de la France fut créé en 1884, et son Directeur, Charles Lallemand, ne le quitta que 43 années plus tard, atteint en 1927 par la limite d'âge.

Ce que fut l'œuvre de Lallemand à la tête de ce Service, il ne m'appartient pas de le rappeler ici; son successeur, Jean Vignal, vient de vous le dire. Qu'il me suffise d'indiquer que, fort modeste à ses débuts, ce Service est aujourd'hui un modèle, objet d'admiration de la part des Services analogues étrangers.

L'activité de Charles Lallemand s'étendit un jour au delà du domaine du Nivellement. En 1898, la Commission interministérielle du Cadastre, après de laborieuses délibérations ayant duré des années,

et la Commission centrale des Travaux géographiques établie au Ministère de la Guerre, avaient enfin tracé un projet rationnel d'un nouveau Cadastre et d'une nouvelle carte topographique de la France au 50.000e. Ces deux œuvres capitales devaient être exécutées en liaison étroite, le Service géographique de l'Armée fournissant les points géodésiques nécessaires comme points de départ de la triangulation cadastrale. C'est à Charles Lallemand que fut confiée l'organisation, au Ministère des Finances, du nouveau Service du Cadastre. Il réussit en quelques années à l'organiser, à le doter du matériel approprié, à rassembler un personnel d'exécutants compétents et bien exercés. Il semblait que l'œuvre devait être continuée, en grande partie grâce à lui, dans d'excellentes conditions, mais en 1907 la suppression des crédits affectés pour la poursuivre au Ministère des Finances, « véritable sabotage administratif », a-t-on pu dire, empêchèrent de continuer les travaux suivant le plan primitif. Charles Lallemand en fut profondément ulcéré. Aujourd'hui, trente ans après cette décision néfaste, faisons le bilan de ce qui a été fait pour la réfection du Cadastre et pour la carte au 50.000e, comparons à ce qui aurait pu être fait et nous serons édifiés!

Les travaux scientifiques de Charles Lallemand, dont la plupart se rapportent naturellement aux questions les plus complexes et les plus élevées du nivellement de précision, ne pouvaient manquer d'attirer l'attention de l'Académie des Sciences qui l'admit dans son sein le 14 mars 1910. Il avait alors 53 ans. Il succédait à Bouquet de La Grye et Yvon Villarceau, occupant un fauteuil créé en 1866 dans la Section de Géographie et Navigation.

Le Bureau des Longitudes l'accueillit comme titulaire en 1917.

Dans ces deux Corps savants il joua un rôle éminent; il les représenta avec une haute autorité dans un grand nombre de manifestations scientifiques. L'aptitude qu'il possédait de s'assimiler rapidement n'importe quelle question lui permettait d'être à sa place partout et de tenir partout un rang de premier plan.

Charles Lallemand avait aussi le goût inné des voyages. Que de

régions de la terre il a parcourues en tout sens ou seulement traversées! Une situation de fortune indépendante lui permettait de ne pas tenir compte de considérations qui en auraient arrêté d'autres.

Déjà gravement malade, il ne se désintéressait nullement des choses de la Science et plus particulièrement de l'Académie. Ses Confrères de la Section de Géographie et Navigation se rappellent tous la séance qu'ils ont tenue chez lui, car il ne pouvait plus bouger de son fauteuil, il y a trois ans, au moment de la discussion des titres des candidats à la place devenue vacante dans la Section par la mort de l'Amiral Fournier.

Je dois à présent signaler un des plus beaux titres de Charles Lallemand à la reconnaissance du pays. C'est le rôle qu'il a joué dans les Assemblées scientifiques internationales et la longue activité qu'il a déployée comme Président de l'Union géodésique et géophysique internationale.

Il y avait avant la grande guerre, d'assez nombreuses Associations internationales exerçant leur activité dans telle ou telle Science ou même dans tel ou tel domaine spécialisé d'une Science déterminée. Mais toutes ces Associations étaient sans lien entre elles et furent, en fait, dissoutes pendant la guerre, soit parce que les Conventions internationales qui les régissaient n'ont pu être renouvelées dans cette période troublée, soit parce que les cotisations des États contractants ne parvenaient plus aux Secrétariats de ces Associations. Parmi elles, la plus puissante et la plus ancienne était l'Association géodésique internationale, fondée en 1864 par le Général prussien Baeyer, où l'influence de l'Allemagne prédominait et qui avait son Bureau central à l'Institut géodésique prussien de Potsdam.

Pendant la guerre, nombreux furent les savants qui se préoccupèrent des moyens à envisager pour reprendre, à la fin des hostilités, le travail scientifique international. En ce qui concerne la Géodésie, un certain nombre de projets furent ébauchés, notamment par Charles Lallemand lui-même et par la Commission géodésique italienne,

pour tâcher de ressusciter l'ancienne Association géodésique internationale. Mais on voulait faire grand. Une idée essentiellement américaine et britannique était de grouper les Unions scientifiques relatives à diverses disciplines sous l'autorité d'un Conseil suprême. Une Conférence internationale, qui réunit à Bruxelles au mois de juillet 1919 les savants des pays alliés ou associés dans la lutte contre l'Allemagne et d'un certain nombre d'États neutres, créa un *Conseil international de Recherches* et différentes *Unions* dépendant de ce Conseil; mais, la Géodésie, au lieu d'être libre et indépendante comme autrefois, fut associée aux Sciences géophysiques dans l'*Union géodésique et géophysique internationale*.

La haute autorité de Charles Lallemand, sa notoriété bien établie chez tous les savants qui participaient à l'Assemblée de Bruxelles, lui valurent d'être désigné alors par acclamations comme Président de la nouvelle Union. Personne n'était plus propre que lui à diriger les débats scientifiques d'une Assemblée internationale. Fait bien curieux, cet homme qui faisait profession de tenir en faible estime l'étude des langues mortes et d'attacher aux humanités classiques peu d'importance pour la formation des esprits, cet homme était doué d'une merveilleuse facilité pour les langues. Lettré fort averti, il s'exprimait avec facilité dans les quatre langues d'usage courant autres que le français, c'est-à-dire l'anglais, l'allemand, l'italien, l'espagnol. De plus, il ne lui fallait pas beaucoup de temps pour arriver à se faire comprendre dans les idiomes les plus éloignés de ces langues usuelles. Cette aptitude remarquable le servit merveilleusement dans son rôle international. Dans ses discours d'ouverture aux différentes Assemblées générales de l'Union géodésique et géophysique internationale, il s'exprima en italien à Rome en 1922, en espagnol à Madrid en 1924, et il sut également s'adresser à ses auditeurs en tchèque à Prague en 1927, en suédois à Stockholm en 1930 et en portugais à Lisbonne en 1933.

Dans chacune de ces Assemblées générales, il conduisit les débats toujours avec un sentiment très juste du but à atteindre, de la justi-

ce à rendre à chacun, sans cependant se départir d'une attitude froidement réservée, que lui commandait son patriotisme jaloux, envers des Nations que le Conseil international des Recherches et les Unions, à leurs débuts, n'avaient pas voulu admettre et qui n'avaient été invitées à adhérer aux nouvelles organisations internationales qu'en 1926, lorsque l'état d'esprit créé par la grande guerre avait disparu.

Pendant 14 ans Charles Lallemand conduisit ainsi habilement le vaisseau de l'Union, lui évita tout naufrage et tout abordage. Au moment où, en raison de son âge, il s'apprêtait à résigner ses fonctions de Président, les Statuts adoptés primitivement à Bruxelles en 1919 étant venus à expiration au bout de 12 années, il parut préférable à certains de prévoir dans les nouveaux Statuts que le Président ne serait pas immédiatement rééligible au bout d'une période de trois ans et ce point de vue fut adopté. Ainsi, tandis qu'à l'imitation de ce qui s'était passé autrefois à l'ancienne Association géodésique internationale, Charles Lallemand avait présidé aux destinées de l'Union pendant 14 ans avec une incomparable maîtrise, depuis la mise en application des nouveaux Statuts, deux Présidents en 6 ans se sont déjà succédé à la tête de l'Union. On peut discuter les inconvénients et les avantages de l'un ou l'autre système, mais on est bien forcé de reconnaître que, de 1886 à 1917, en 31 ans, l'ancienne Association géodésique internationale eut ses destinées conduites par trois hommes seulement, Ibañez, puis Faye, enfin Bassot, et que ces destinées ont été glorieuses.

Lorsque Charles Lallemand, à la fin de l'Assemblée générale de Lisbonne, cessa d'être Président de l'Union, à Coïmbre, le 25 septembre 1933, une adresse portant une cinquantaine de signatures des délégués officiels à l'Union et du personnel de l'Université de Coïmbre lui fut remise.

Les signataires sont heureux, disait l'adresse dont nous citons les propres termes, «de témoigner en ce moment solennel leur profonde sympathie au Président Charles Lallemand, l'éminent savant qui,

pendant plus de 14 ans a conduit les travaux d'une magnifique organisation scientifique avec un dévouement et une compétence incomparables. Ils lui expriment leurs sentiments de profonde admiration pour ses éminentes qualités d'homme et de savant».

Sans nul doute, cet hommage qui lui était rendu fut pour Charles Lallemand la plus précieuse récompense de sa carrière scientifique.

L'exposé des multiples aspects de l'activité scientifique et internationale de Charles Lallemand ne donnerait pas une idée de sa forte personnalité si je ne rappelais ici le trait dominant de cette personnalité. Ce trait était d'avoir du caractère. Quand il croyait une idée juste, il s'y tenait, il la défendait avec ardeur. Ses amis savaient qu'ils pouvaient compter sur lui en toute circonstance. S'il ne manquait pas de quelques adversaires, c'étaient ceux à qui déplaisait son intransigeance chaque fois que l'intérêt de la Science ou celui de la Patrie était en jeu.

Aussi ne faut-il pas s'étonner si, fréquentant peu les antichambres ministérielles, ayant son franc-parler, il n'était à sa retraite qu'officier de la Légion d'Honneur, malgré sa haute valeur scientifique, malgré son œuvre admirable comme Directeur du Service du Nivellement général de la France, malgré la manière dont il avait soutenu et même relevé à l'étranger le prestige de notre pays dans maintes Assemblées scientifiques internationales. Injustice si criante que la Grande Chancellerie de la Légion d'Honneur, dès qu'elle l'apprit, la répara aussitôt, dans la mesure du possible, en lui conférant la cravate de Commandeur.

C'est presque au lendemain de l'Assemblée de Lisbonne, dans les derniers mois de 1933, que Charles Lallemand sentit les premières atteintes du mal qui devait l'emporter après quatre ans de lutte, mal dont personne ne soupçonna d'abord la gravité, un zona, se transformant en névrite incurable, contre laquelle tous les secours de la Science médicale furent impuissants. Cet homme si actif, si débor-

dant de vie, que nous avons connu allant, presque octogénaire, à pied, de sa demeure située dans le lointain quartier de Passy, à l'Institut et au Bureau des Longitudes deux fois par semaine et rentrant chez lui également à pied, cet homme fut condamné à l'immobilité. Bientôt le travail et la lecture lui devinrent impossibles. Il assista lui-même à sa propre déchéance :

Et maintenant, devant la tombe ouverte de cet ami entré dans le repos éternel, nous devons nous incliner devant celle qui fut sa compagne dévouée et fidèle de tous les instants, qui, malgré un état de santé chancelant, l'a soigné jusqu'au bout de cette longue et cruelle maladie avec la plus tendre sollicitude. Je puis lui assurer qu'à l'Académie des Sciences, au Bureau des Longitudes, à l'Union géodésique et géophysique internationale, tous ceux qui ont connu Charles Lallemand, collègues, confrères, élèves et amis garderont de lui un très fidèle souvenir.

COMMÉMORATION

DU TROISIÈME CENTENAIRE DE LA NAISSANCE

DE

NICOLAS MALEBRANCHE

À LA SORBONNE

le samedi 25 juin 1938 (1).

DISCOURS DE M. ÉMILE PICARD,

de l'Académie française,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Malebranche, ébloui dans sa jeunesse, comme il l'a dit lui-même, par la philosophie cartésienne, resta toute sa vie un disciple de Descartes. Cependant, en plus d'un point, il poussa les idées du maître plus loin que celui-ci n'aurait sans doute voulu: en *métaphysique*, avec la vision en Dieu et les causes occasionnelles; en *physique*, dans sa théorie des lois du mouvement, où, en conservant le langage de Descartes, il réforme son système et cherche à rendre compte de ce qu'il y a de plus général dans la nature. Malebranche fut ainsi conduit à émettre sur la lumière des idées appelées à un grand avenir. C'est là, dans l'ordre scientifique, son vrai titre de gloire; mais,

---

(1) Cérémonie organisée par la **Société française de philosophie**.

pour le bien entendre, il est nécessaire de jeter un rapide coup d'œil sur l'histoire de l'Optique.

A la Renaissance, Galilée se demanda le premier, semble-t-il, si la lumière met un temps fini pour aller d'un point à un autre ; il chercha même à faire une expérience pour en décider, mais des techniques insuffisantes ne permettaient pas alors de conclure. Descartes, dans sa Dioptrique, se contenta d'abord d'une comparaison de la lumière avec un bâton qui, tenu à la main, donne quelque idée du corps frappé. Le bâton étant supposé incompressible, l'action passe instantanément du corps à la main. Aussi Descartes regarde-t-il la vitesse de la lumière comme infinie ; c'était même là une proposition essentielle de son système, à tel point qu'il ne craint pas de dire que, si elle était convaincue d'erreur, il serait prêt à dire qu'il ne sait rien en philosophie. Descartes utilise aussi la même comparaison pour donner une explication des couleurs. Dans son livre sur *les Météores*, il cherche à pénétrer davantage dans l'étude des phénomènes lumineux ; il parle des petites boules de la matière subtile qui roulent de diverses façons dans les pores des corps terrestres, faisant naître ainsi des différences dans nos sensations de couleurs. Il insiste aussi sur ce qu'il n'est pas besoin dans la vision de supposer qu'il passe quelque chose de matériel depuis les objets jusqu'à l'œil, regardant en fait la lumière comme une pression transmise instantanément par l'intermédiaire d'un élément incompressible.

Vingt-six ans après la mort de Descartes, l'astronome danois Roemer faisait à l'Académie des Sciences de Paris une communication sur la vitesse finie de la lumière. Il déduisait cette vitesse de l'observation des satellites de Jupiter, arrivant ainsi à la conclusion que la lumière met environ huit minutes un quart pour aller du Soleil à la Terre. Les objections furent d'abord nombreuses, mais la confiance s'établit définitivement dans l'interprétation de Roemer, quand la découverte par Bradley de l'aberration de la lumière venant des étoiles vint apporter un témoignage décisif. De nombreuses années se sont écoulées avant que des expériences à la surface de la Terre fassent connaître, indépendamment de tout phénomène astronomique, la valeur précise de la vitesse de la lumière.

La seconde moitié du dix-septième siècle vit se développer deux théories très différentes. On rencontre d'abord une théorie corpusculaire avec Newton, dans laquelle de petits corpuscules émanés des corps lumineux produisent la vision en frappant notre rétine; d'autre part dans un traité écrit pendant son séjour en France, Huygens développe sa théorie des ondulations. Comme Descartes, Huygens n'admet pas dans les phénomènes lumineux un transport de substance, mais, à l'inverse du philosophe et avant la publication des travaux de Roemer, il pose en principe que la lumière ne se transmet pas instantanément; elle se transmet par onde dans un milieu élastique. Pour prouver l'existence de ce milieu, Huygens invoque l'expérience barométrique de Torricelli, et affirme que le vide barométrique laissant passer la lumière doit contenir une substance d'espèce nouvelle: c'est l'éther.

Telles étaient les idées essentielles émises sur les phénomènes lumineux, quand Malebranche poursuivait ses travaux. Après avoir admis d'abord avec Descartes que la transmission de la lumière est instantanée, il s'était rallié aux idées de Roemer sur la vitesse finie. Malebranche se représente les corps à la manière de Descartes; mais, et c'est là un point capital, la matière subtile du philosophe n'est plus pour lui incompressible. Elle est, dit-il, formée de petits tourbillons, et elle n'a de dureté que parce que les corps environnants la compriment. Dans ces conditions, la vitesse de la lumière peut être finie. Entre le corps lumineux et l'œil de l'observateur la matière subtile entre en vibration, et Malebranche parle des secousses qu'il appelle *vibrations de pression*. Son attention est appelée de suite sur la période de la vibration, ou, ce qui revient au même, sur sa fréquence. Il dira par exemple, et je cite ses propres expressions: «Le rayon rouge recommence ses vibrations moins souvent que ceux qui le suivent dans le spectre solaire, et le violet est celui dont les vibrations sont les plus promptes».

C'est dans le dernier chapitre de la *Recherche de la Vérité* que Malebranche a montré la nécessité d'une matière subtile compressi-

ble pour transmettre la lumière et les différentes couleurs. Il a développé plus tard l'ensemble de sa théorie dans un travail présenté en 1699 à l'Académie des sciences, dont il venait d'être nommé membre honoraire. L'honneur lui revient donc d'avoir posé d'une manière expresse l'hypothèse que la fréquence des vibrations caractérise la couleur des rayons lumineux; quant à l'éclat, il est d'après lui croissant avec l'amplitude de ces vibrations. Malebranche insiste dans son mémoire sur ce qu'il en est de la lumière et des couleurs comme du son et des différents tons. La grandeur du son, dit-il, vient du plus ou moins de force des vibrations de l'air, et la diversité des tons du plus ou moins de promptitude de ces vibrations.

Il est curieux de remarquer que Huygens, dans son célèbre ouvrage, n'a donné aucune explication sur les couleurs, et il est non moins intéressant de rappeler que Newton a émis, dans une étude critique de la théorie du grand physicien hollandais, l'opinion que les couleurs devraient dans cette théorie être rattachées à l'amplitude des vibrations.

Un long temps s'est écoulé avant que la découverte d'un nouveau phénomène, celui des interférences, permette d'évaluer les fréquences dont Malebranche avait montré l'importance dans l'explication des couleurs. Au 18me siècle, la théorie newtonienne de l'émission triompha complètement et le mémoire de Malebranche resta alors à peu près inconnu.

Seul, l'illustre mathématicien suisse Euler se montra partisan de la théorie des ondulations. Dans ses *Lettres à une princesse d'Allemagne*, faisant la critique du système de Newton, il s'étonne même avec une violence amusante que ce système ait été imaginé par un si grand homme et embrassé par tant de philosophes éclairés. Ce n'est qu'au 19me siècle que la théorie ondulatoire fut brillamment développée par Young et surtout par Fresnel et les physiciens-géomètres qui l'ont suivi. Elle explique un nombre immense de faits, et l'édifice ainsi élevé est un des plus beaux que l'on rencontre dans l'histoire de la Physique.

Et, cependant, il y a quelque cinquante ans, des expériences sur les phénomènes lumineux dans les systèmes en mouvement ont fait douter de l'existence de l'éther, au moins tel que l'ont conçu Fresnel et ses successeurs. Le milieu éthéré n'est plus guère aujourd'hui pour beaucoup de physiciens qu'une hypostase de l'espace, et il ne lui reste qu'une existence mathématique. C'est là le destin de nombreuses théories. Un moment arrive où, après la découverte de nouveaux phénomènes, les éléments figurés qui avaient joué un rôle dans leur établissement deviennent insuffisants. Mais on en retient le plus souvent, hâtons-nous de le dire, une idée d'ordre mathématique; tels en Optique l'idée de périodicité et, par suite, le nombre correspondant à une couleur. On continue à parler d'ondulations, quoiqu'on ne sache plus ce qui ondule; seul reste intéressant le nombre correspondant à la longueur de l'onde pour l'explication de nombreux phénomènes. Quoi qu'il en soit des interprétations ultérieures, le grand oratorien, dont nous célébrons aujourd'hui le troisième centenaire, a été dans ces questions un précurseur. Aussi l'histoire des sciences doit-elle inscrire le nom de Malebranche parmi ceux des savants à qui les théories de l'Optique doivent un sérieux progrès.

FUNÉRAILLES

DE

LOUIS DE LAUNAY

Membre de la Section de Minéralogie

à PARIS

le lundi 4 juillet 1938.

DISCOURS

DE

M. FRANÇOIS GRANDJEAN

Membre de l'Académie des sciences.

MESDAMES,

MESSIEURS,

J'ai reçu la douloureuse mission d'adresser, au nom de l'Académie des Sciences, au nom de l'École Supérieure des Mines et au nom du Service de la Carte Géologique de la France, un dernier hommage à l'illustre savant que fut Louis de Launay.

Il nous quitte après une maladie qui lui enleva peu à peu ses forces, mais sans atteindre sa claire intelligence. Les dernières consolations terrestres, celles qui doivent nous être les plus chères à l'heure de la mort, lui furent accordées, car il a senti jusqu'à la fin l'amour de ses proches, car il a pu songer à son œuvre et la voir derrière lui, grande et féconde. Par cette œuvre, si personnelle et si diverse, par sa carrière si droite et si belle, Louis de Launay a vraiment utilisé les dons magnifiques qui étaient en lui.

Il s'intéressait à tout et sa culture était immense. C'était un humaniste et un lettré. Il a écrit plusieurs volumes de poèmes. C'était un vulgarisateur. Il eut toujours le souci d'atteindre un public très large. C'était un professeur émérite et il aimait l'enseignement. Il a fait encore, cette année, à 77 ans, son cours à l'École des Sciences Politiques. C'était un ingénieur par sa formation à l'École des Mines. Il n'oubliait pas les prix de revient et la technique. Les questions économiques et sociales aussi l'ont beaucoup occupé. Il a écrit sur elles des livres et, dans les journaux, des articles pleins de sens. Mais ce fut surtout un géologue.

Né à Paris en 1860, sorti de Polytechnique en 1881, puis de l'École des Mines en 1884, il fut d'abord Ingénieur des Mines à Moulins. A cette heureuse époque le Service Ordinaire laissait des loisirs. De Launay les employa à faire de la géologie. De très nombreuses tournées lui firent connaître en détail les bassins houillers et permiens, les roches éruptives, les gneiss et les micaschistes, les sources thermales et les gisements métallifères, d'abord dans son arrondissement, ensuite dans tout le Massif Central. Il fut un des premiers qui démêlèrent la structure des vieilles formations cristallophylliennes et en levèrent des cartes où intervenaient leur stratigraphie et leur tectonique. L'un des premiers il étudia sur le terrain leur métamorphisme, l'intrusion des roches ignées et les rapports de ces grands phénomènes avec les mouvements de l'écorce terrestre. Surtout il fut le premier à voir clairement un lien entre les gisements métallifères et les roches éruptives, et par conséquent, puisque ces

dernières dépendent des plissements, un lien entre la Géologie générale et la formation des mines. Bien qu'elles soient localisées et exceptionnelles il ne faut pas mettre à part les concentrations métalliques. Il faut les rattacher au contraire à des études de pétrographie, de stratigraphie et de tectonique, poursuivies parallèlement. Ce grand sujet était alors presque neuf. Louis de Launay devait en faire son domaine et y acquérir sa renommée.

Après un court passage à Dijon, 5 ans après être sorti de l'École des Mines, en 1889, il y revenait comme Professeur de Géologie appliquée. Il succédait à Fuchs. C'est dans ce cours de l'École des Mines, constamment perfectionné, et qu'il fit pendant 46 ans, avec la seule interruption de la guerre, que de Launay fonda, en quelque sorte, la science des gîtes minéraux.

A partir de 1893 on voit se succéder rapidement, dans des notes et surtout dans des livres, des contributions capitales: la connaissance des gîtes d'inclusion et de ségrégation où la séparation des métaux et des roches originelles est au 1er stade; l'existence de provinces métallogéniques; la fixation des caractères de chaque province par la profondeur moyenne à laquelle l'érosion y a pénétré; la grande importance, dans certaines mines, des altérations secondaires; la localisation des sources thermominérales sur les zones les plus récemment disloquées; l'origine de ces sources; les conditions de leur captage, c'est-à-dire les rapports de leur émergence avec le niveau hydrostatique.

Il faudrait encore ici parler de ses ouvrages de philosophie scientifique, de ses idées sur l'orogénie et sur la tectonique générale du globe, de ses voyages et du profit qu'il en a tiré pour établir des cartes géologiques régionales et pour décrire de grands gisements d'une manière très compréhensive, ceux du Transvaal en particulier.

La science des gîtes minéraux convenait à Louis de Launay plus qu'à tout autre, à cause de son goût pour les idées générales et à cause de la diversité des connaissances qu'elle exige. Que de Launay ait su rassembler ces connaissances, les mettre chacune à sa place et les cimenter fortement par la logique et l'observation, ses innom-

brables élèves sont là pour l'attester et ceux, plus nombreux encore, qui ont lu ses livres, aujourd'hui classiques. Beaucoup de livres de Louis de Launay ont été traduits en plusieurs langues. Ils ont rendu familières, à l'étranger comme chez nous, ses découvertes et sa pensée.

D'autres fonctions et des honneurs lui échurent. Il fut Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées, Professeur d'un cours sur la technique industrielle et les questions économiques à l'École libre des Sciences Politiques, Inspecteur Général des Mines, Membre de l'Académie d'Agriculture, Directeur du Service de la Carte Géologique de France. Louis de Launay a été un de nos cartographes les plus actifs: on lui doit 10 feuilles au 1/80000. L'Académie des Sciences l'avait accueilli dès 1912, à la mort d'Auguste Michel-Lévy, et l'avait porté en 1931 à sa Présidence. Il était Commandeur de la Légion d'Honneur.

Il faudrait longtemps pour exposer en détail, comme elles le méritent, toutes les étapes de cette belle carrière et l'œuvre accomplie. Ce sera fait ailleurs, après ces jours de douloureuse émotion. Maintenant il vaut mieux dire ce que fut l'homme.

Louis de Launay était très simple, droit et bon, d'accueil bienveillant. Il fuyait les manifestations extérieures. Il choisissait ses amis. Il se plaisait surtout dans sa famille où chacun des siens cultivait, à son image, les plus beaux dons de l'esprit. Sa sœur avait épousé Martel, le spéléologue, dont nous déplorons la perte récente. Madame de Launay est la fille du célèbre physicien Alfred Cornu, qui fut Président de l'Académie des Sciences et dont les travaux sont dans toutes les mémoires. Autour de lui, sans dépasser beaucoup le cercle de sa famille, il jouissait d'une société très cultivée, où les arts et les lettres, aussi bien que les sciences, étaient aimés. Ainsi protégé par l'intelligence et par le cœur, en outre fortifié par sa foi chrétienne, il conserva toute sa vie, à travers les peines et les joies, sa sérénité et sa noblesse.

La guerre lui prit son fils, Sous-Lieutenant d'artillerie, observateur

d'escadrille, chevalier de la Légion d'Honneur, tombé à Ham, le 23 Avril 1917, à l'âge de 19 ans. Que Madame de Launay me pardonne de rappeler ce souvenir cruel, mais glorieux! Plus tard sa vie fut éclairée par le grand bonheur que lui apporta le mariage de ses filles et il eut la joie, dans sa vieillesse, de voir grandir autour de lui de nombreux petits-enfants.

A vous, Madame, à qui je présente mes condoléances respectueuses et aussi, personnellement, puisque j'ai le privilège d'être allié à votre famille, l'expression de mon affectueuse douleur, je ne peux pas apporter, je le sais bien, une consolation véritable. Je peux seulement vous dire que le souvenir de votre mari restera bien vivant, entouré d'admiration et de sympathie, parmi nous tous qui l'avons connu; que sa pensée demeure dans le domaine scientifique qu'il a choisi et perpétuera sa mémoire; que son œuvre enfin, non seulement ne mourra pas, mais fructifiera.

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

LOUIS MANGIN

1852 — 1937

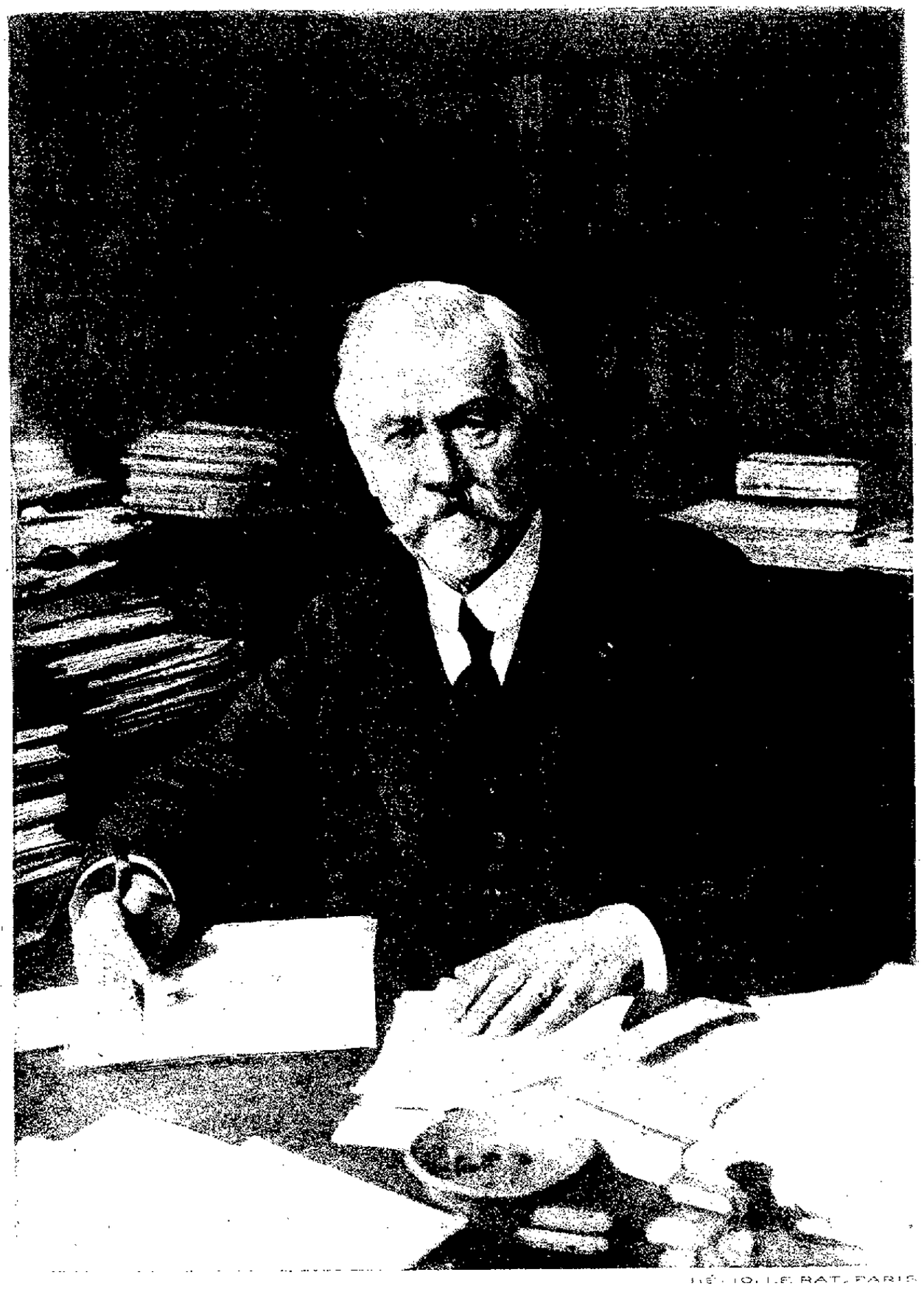
PRÉSENTÉE EN LA SÉANCE DU 8 AOÛT 1938

PAR

M. HENRI COLIN

Membre de l'Académie de Sciences.

De souche lorraine Louis-Alexandre Mangin naquit à Paris, le 8 septembre 1852. Dès l'école primaire il se fit remarquer par son intelligence et son assiduité; un arrêté préfectoral en date du 21 janvier 1867 le nommait, à quinze ans, « élève-maître à l'école communale de la rue Fontaine-Saint-Georges » début modeste d'une carrière qui devait aboutir à la direction d'un de nos plus grands Établissements scientifiques. Élève à l'École de Cluny, agrégé de l'enseignement spécial pour les sciences physiques et naturelles (1873), il



LOUIS MANGIN

1852 - 1937

est bientôt nommé professeur au lycée de Nancy. C'est là qu'il s'initie aux recherches originales sous la direction de Le Monnier, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences, en même temps qu'il prépare les examens de l'enseignement classique. Reçu premier à l'agrégation des sciences naturelles (1881) il vient à Paris, au Lycée Louis-le-Grand où il enseignera pendant 23 ans avec le plus grand succès.

Van Tieghem est alors le maître incontesté de la Botanique française; c'est vers lui qu'est attiré le jeune professeur. Admis à travailler au laboratoire d'organographie du Muséum il soutient en 1882 sa thèse de Doctorat ès sciences sur le sujet suivant: *Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones*.

Les recherches d'anatomie sont en pleine vogue, sous l'impulsion de Van Tieghem; cependant, dès l'année suivante, l'activité de Mangin se tourne ailleurs, vers la physiologie végétale qui n'en était encore qu'à ses débuts. De 1883 à 1886 toutes ses publications se rapportent aux échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère et sont signées Bonnier et Mangin.

Rarement collaboration fut plus féconde. Reprenant la question au point où l'avaient laissée de Saussure, Garreau et Boussingault, les nouveaux venus s'occupent tout d'abord du cas le plus simple, celui des Champignons, où la respiration est seule en cause. Ils établissent de la façon la plus certaine que l'intensité du phénomène croît avec la température et le degré hygrométrique de l'air, tandis que la lumière, surtout dans la partie la moins réfrangible du spectre, exerce une action déprimante. Quant au rapport du gaz carbonique rejeté à l'oxygène absorbé il se montre, en général, un peu inférieur à l'unité et constant pour une même espèce quelle que soit l'ambiance.

Ces résultats, à peu de chose près, sont restés classiques. Ils valurent aux deux associés le prix Desmazières (1883) sur un élogieux rapport d'Adolphe Chatin. Les expériences furent effectuées à l'École Normale Supérieure où Gaston Bonnier était Maître de Con-

férences de Botanique depuis 1879. On opérait, suivant les méthodes habituelles, en atmosphère confinée ou renouvelée. L'appareil utilisé pour l'analyse des gaz était celui qui porte le nom des auteurs et qui, actuellement encore, rend de grands services dans ces sortes de recherches. C'est une modification très ingénieuse de l'eudiomètre à tube capillaire imaginé par Leclerc; il permet de déterminer rapidement la composition des mélanges de gaz carbonique, d'oxygène et d'azote sans avoir à faire les corrections de température et de pression.

Les recherches sur la respiration furent aussi vite étendues aux graines, aux organes souterrains; aux plantes étiolées, partout où la chlorophylle est absente. Elles aboutirent aux mêmes conclusions que précédemment, en faisant voir, toutefois, que le quotient respiratoire CO^2/O^2 n'est pas constant, pour une même espèce, à toutes les phases du développement et qu'il dépend de l'état biochimique de la plante, soit qu'elle emmagasine ou qu'elle brûle ses réserves, et suivant la nature de celles-ci.

Tout était au point désormais pour aborder le problème essentiel, celui des rapports entre la respiration et l'assimilation chlorophyllienne dans les plantes vertes exposées à la lumière. C'est le gaz carbonique qui est absorbé dans ces conditions et l'oxygène rejeté, contrairement à ce qui se passe à l'obscurité. La respiration n'est pas abolie pour autant, ne souffrant aucune interruption, mais pendant le jour elle est masquée par la réaction inverse et les échanges gazeux sont la résultante des deux phénomènes. Il s'agissait d'évaluer l'importance relative de chacun d'eux, les mesures antérieures n'ayant porté que sur l'ensemble.

Bonnier et Mangin s'y prennent de plusieurs manières: ils mettent en expérience, l'une à l'obscurité, l'autre à la lumière, deux plantes aussi semblables que possible. La première ne fait que respirer, la seconde respire et assimile. Si les lois de la respiration sont les mêmes à la lumière et à l'obscurité on a tout ce qu'il faut pour déterminer le rapport O^2/CO^2 relatif à la photosynthèse.

Il est plus simple encore de laisser les deux plantes à la lumière en anesthésiant l'une d'elles au moyen de l'éther et du chloroforme. L'assimilation est suspendue sous l'influence du narcotique, ainsi que l'a montré Claude Bernard, la respiration ne subit pas de changement appréciable.

Le procédé suivant est un peu plus compliqué. Les deux plantes sont exposées à la lumière et les deux enceintes remplies d'air. Dans la première on introduit de l'eau de baryte qui soustrait à l'assimilation une partie du gaz carbonique. C'est autant d'oxygène qui ne doit pas se retrouver, d'où la possibilité d'évaluer par là le quotient O^2/CO^2.

Bonnier et Mangin ont eu recours également à la comparaison des échanges gazeux selon que la plante est plus ou moins pourvue de chlorophylle; les feuilles vertes absorbent plus de gaz carbonique que les jaunes et rejettent plus d'oxygène. L'expérience est délicate; les deux rameaux mis en expérience doivent être, au pigment près, aussi comparables que possible et la respiration la même dans les deux cas.

Les résultats obtenus de la sorte se montrèrent suffisamment concordants. Quel que fût le mode opératoire le quotient d'assimilation était, la plupart du temps, supérieur à l'unité, le volume d'oxygène exhalé surpassant d'un quart environ celui du gaz carbonique absorbé.

Boussingault avait trouvé, pour l'ensemble des échanges gazeux à la lumière, des volumes à peu près identiques d'oxygène et d'acide carbonique, le rapport O^2/CO^2 oscillant entre 0,8 et 1,2. Schlœsing obtenait le chiffre de 1,12 en opérant non plus sur des feuilles détachées comme on l'avait fait auparavant, mais sur la plante entière, l'expérience étant prolongée des semaines durant.

Les conclusions de Bonnier et Mangin venaient à l'appui de ces expériences anciennes. L'excédent d'oxygène rejeté par la plante devait être cherché, comme le firent voir Schlœsing et Laurent, dans la réduction de certains composés, des nitrates notamment et des sulfates.

Ces vues étaient considérées comme définitives lorsque, vingt-cinq ans plus tard, Maquenne et Demoussy attirèrent l'attention sur une cause d'erreur qu'on ne saurait passer sous silence. Ils firent observer que, dans nombre d'expériences, l'état final n'était pas comparable à l'état initial, en raison du volume considérable des organes mis à l'étude par rapport à celui de l'enceinte. Étant donné la très grande solubilité de l'acide carbonique dans l'eau, cela suffit à fausser les résultats, une partie relativement importante de ce gaz étant retenue par la plante. Le quotient respiratoire s'en trouve diminué et le quotient d'assimilation augmenté. En soumettant les feuilles vertes à des expériences rigoureuses de respiration Maquenne et Demoussy ont obtenu, pour le rapport CO^2/O^2, à l'obscurité, des valeurs un peu supérieures à l'unité. Les chiffres dépendent, dans une large mesure, de l'état des feuilles et de leur composition chimique, c'est dire à quel point la question est complexe. Elle est actuellement, à l'étranger surtout, l'objet de nouvelles recherches dont on attend beaucoup grâce au perfectionnement des mesures manométriques. Quel qu'en soit le résultat les expériences de Bonnier et Mangin ne cesseront de faire date dans l'histoire de la physiologie végétale.

Au bout de trois ans la collaboration des deux auteurs se relâche. Il n'y aura plus, signées de l'un et de l'autre, que deux publications, l'une qui concerne «l'action chlorophyllienne dans l'obscurité ultra-violette», la seconde qui est un résumé de leurs travaux antérieurs sur «l'action chlorophyllienne séparée de la respiration». De nouveaux sujets de recherches exercent leur attrait sur chacun d'eux. Mangin aborde l'étude des parois cellulaires. Bonnier est absorbé par la synthèse des Lichens et les échanges thermiques entre les plantes et le milieu; néanmoins, comme on revient volontiers à ses premières recherches, il se préoccupera, quelques années plus tard (1891), de l'assimilation des plantes parasites à chlorophylle. Mangin, de son côté, étudiera la respiration des bourgeons, du pollen, et

surtout le mécanisme des échanges gazeux. Il mesurera, pour la première fois, la perméabilité de l'épiderme aux divers gaz dans les conditions les plus variées et fera voir que les membranes cutinisées font obstacle à leur libre diffusion. Il en conclut que les stomates jouent un rôle considérable en pareille matière, contrairement à ce que pensait Boussingault; les oblitère-t-on, le volume des échanges s'en trouve aussitôt affecté, qu'il s'agisse de la respiration ou de l'assimilation chlorophyllienne. L'absence de stomates chez les plantes aquatiques est compensée par la grande perméabilité de l'épiderme.

On doit également à Mangin de précieuses données sur les modifications apportées dans les échanges gazeux par la présence, dans les tissus, d'acides organiques tels que les acides malique, citrique, tartrique. Si l'on introduit artificiellement dans une feuille épaisse, comme celle de Fusain, l'un ou l'autre de ces acides, elle en provoque, par une réaction de défense, la décarboxylation plus ou moins complète, ce qui a pour effet d'augmenter le quotient respiratoire CO^2/O^2, même à l'obscurité. A la lumière la plante rejette de l'oxygène sans absorption corrélative de gaz carbonique, comme cela se passe normalement chez les plantes grasses, tant que l'excès d'acide n'est pas résorbé.

Nul n'était plus qualifié que Mangin pour attirer l'attention sur l'une des causes les plus importantes du dépérissement des arbres dans les grandes villes, le défaut d'aération du sol. Toutes les parties de la plante respirent, les racines aussi bien que les feuilles, l'air doit donc être renouvelé sans cesse dans leur voisinage. En terrain de culture les labours assurent la diffusion de l'air et la proportion d'oxygène ne tombe guère au-dessous de 20 0/0. Les sols forestiers, bien qu'ils ne soient pas remués, restent suffisamment aérés grâce à leur forte teneur en humus qui leur assure une grande perméabilité. Il en va autrement là où la terre est sans cesse battue. A l'aide d'une sonde de son invention Mangin put effectuer de nombreux prélèvements dans les conditions les plus diverses et

n'eut pas de peine à démontrer que, dans les allées des jardins publics et plus encore le long des avenues, l'atmosphère du sol où plongent les racines des arbres renferme parfois de fortes proportions de gaz carbonique, 5 ou 6 0/0 et davantage, surtout lorsque la terre est compacte et recouverte de bitume. Dans ces conditions l'asphyxie est inévitable, comme il est arrivé pour les Ormes du Boulevard du Palais et les Ailantes du Boulevard Montparnasse dont Mangin avait prédit la disparition.

A ces travaux de physiologie font suite, dans l'œuvre de Mangin, de longues recherches sur la composition de la membrane cellulaire qui comptent, à juste titre, parmi les plus importantes, et qui vont insensiblement orienter son activité vers la Cryptogamie.

La paroi des cellules était considérée alors comme formée, dans toute l'étendue du règne végétal, par une substance unique, la cellulose, susceptible de s'incruster de différentes matières telles que la lignine, la subérine, la cutine.

Mangin mit en doute cette manière de voir qui faisait bon marché de la pectose de Frémy et du ciment intercellulaire. Le seul examen des tissus par les réactifs iodés fait voir que la membrane n'est pas à ce point uniforme, chez les Thallophytes surtout où elle se colore rarement en bleu, comme le fait la cellulose, par action successive de l'acide sulfurique et de l'iode. Celle des Champignons fixe énergiquement, en bain acide de préférence, les matières colorantes bleues du groupe du triphénylméthane. Elle a cela de commun avec la matière qui, chez les plantes vasculaires, constitue le *cal*, c'est-à-dire le bouchon qui obstrue, en hiver, les pores des tubes criblés, d'où le nom de *callose* sous lequel Mangin l'a désignée. Elle est insoluble dans la liqueur de Schweizer, soluble, même à froid, dans la soude et la potasse.

Chez les Phanérogames la callose ne se rencontre guère, à l'état normal, que dans la membrane interne des grains de pollen et dans le liber. Chez les Champignons, au contraire, on la trouve à peu

près partout dans les membranes, associée soit à la cellulose (Péronosporées, Saprolégniées) soit à des corps rappelant, par leurs réactions, les composés pectiques.

Ces observations qui remontent à un demi-siècle n'ont subi pour ainsi dire aucune retouche. Les manuels les plus récents d'histologie décrivent la callose d'après Mangin, en comprenant sous ce terme tout ce qui prend avec intensité le bleu lactique à la manière du cal des tubes criblés. Tandis que la constitution des matières pectiques est à peu près élucidée désormais, on ne sait rien de plus qu'autrefois sur la nature de la callose. Definie seulement par une réaction de coloration, difficile à obtenir à l'état pur, sans intérêt pratique, à la différence de la pectine et de la cellulose, elle n'a pas, jusqu'alors, retenu l'attention des Chimistes. Elle serait formée de glucose exclusivement si l'on s'en tient à l'analyse, rapportée par Mangin, d'un Champignon parasite des racines de Vigne, *Bornetina Corium*, Basidiomycète très spécial qui, à l'état adulte, peut être pris pour de la callose presque pure tant ses membranes sont épaisses.

Il est vraisemblable que la callose, comme c'est le cas pour la cellulose, revêt divers états dans les membranes, suivant son degré de condensation. C'est l'avis de Mangin qui explique par là que telle espèce de champignon fixe directement les colorants bleus spécifiques de la callose tandis que d'autres ne le peuvent faire qu'après action plus ou moins énergique des alcalis.

Nous savons désormais que les choses ne sont pas aussi simples; dans un grand nombre d'espèces de Champignons la membrane renferme de la chitine authentique (Bachmann, 1910), la même, ou à peu près, que chez les Arthropodes. Or la chitine, d'après les recherches les plus récentes, comprendrait des chaînes uroniques. Serait-ce là ce que pressentait Mangin dans ses allusions aux corps qui accompagnent la callose chez la plupart des Ascomycètes et qui rappellent, par leurs réactions, les composés pectiques?

Les plantes supérieures n'offrent pas autant de diversité que les Cryptogames dans la composition de leurs parois cellulaires; celles-

ci, sauf incrustations par la lignine, la subérine, la cutine, donnent, de la façon la plus générale, les réactions de la cellulose, notamment la teinte bleue caractéristique par action de l'acide sulfurique et de l'iode. Mais il s'en faut que la coloration soit la même sur toute l'épaisseur de la membrane. Très prononcée vers l'intérieur de la cellule, elle s'atténue vers le dehors pour faire place, dans la zone externe, à une teinte jaunâtre. L'hétérogénéité de la membrane s'en trouve démontrée d'une manière indiscutable. C'est ainsi que l'avaient compris les anciens Botanistes dès qu'ils surent faire usage, pour l'identification de la cellulose, des réactifs iodés dont le premier en date (1838) fut le mélange d'iode et d'acide sulfurique préconisé par Schleiden. Les Botanistes flamands, Mulder et Harting, décrivent, vers 1845, les deux couches de la paroi et Hugo Mohl, le premier, préconise le terme de substance *intercellulaire* pour désigner la matière dont est formée la zone mitoyenne.

De quelle nature est cette sorte de ciment entre les cellules? D'après Mulder et Harting il s'agit le plus souvent de *pectose*. Ils désignent ainsi, avec Frémy, la substance insoluble entrevue par ce dernier plusieurs années auparavant et d'où dérivent les matières pectiques solubles. L'acide pectique lui-même avait été découvert par Braconnot, en 1825, dans les tubercules de Dahlia, de Topinambour, dans les racines de Navet, de Carotte, et avait fait depuis l'objet d'un bon nombre de publications de la part de Vauquelin, Dubourg, Regnault, Soubiran et autres. Sans connaître sa nature on l'identifiait d'après la propriété qu'il possède de former avec l'eau une gelée incolore et légèrement acide au papier de tournesol.

Après cet ensemble imposant de recherches la composition de la membrane, chez les plantes supérieures, paraissait définitivement établie, la paroi comprenant deux zones qui se compénétraient plus ou moins, à l'intérieur une couche cellulosique, vers le dehors un ciment pectique que Payen croyait formé de pectate de chaux.

Ce sont les vues que Mangin reprendra cinquante ans plus tard et qu'il s'efforcera d'accréditer parmi les Botanistes; elles étaient tom-

bées dans un tel oubli qu'on peut lire, dans la quatrième édition du Traité de Botanique de Schleiden (Leipzig, 1861, p. 123), ces lignes péremptoires : « Que la pectine appartienne aux substances fondamentales des cloisons cellulaires épaisses c'est une fiction que ne démontre aucune observation microscopique des fruits verts ou mûrs ou des racines contenant des corps pectiques »

Bientôt la substance intercellulaire ne fut plus considérée que comme une modification de la cellulose primitive. Les théories de Nœgeli et de Wiesner achevèrent d'évincer les composés pectiques de l'architecture de la membrane.

Van Tieghem, reprenant les travaux de Mitscherlich sur la dissociation des tissus par putréfaction, se borne à distinguer plusieurs sortes de celluloses suivant leur degré de résistance aux bactéries. Tout en constatant, avec Schacht, que la couche externe des cloisons est dissoute le plus souvent tandis que la partie interne tient bon, il ne parle ni de substance intercellulaire ni de composés pectiques.

Laissant de côté les spéculations sur la structure et la croissance Mangin s'en tient à ce qu'il y a d'essentiel dans la composition de la membrane. D'après lui la pectose fait partie de tous les tissus mous, épiderme, liber, collenchyme, points végétatifs et méristèmes secondaires, à l'exclusion des tissus lignifiés, subérifiés ou cutinisés. Elle est répartie sur toute l'épaisseur de la membrane, en mélange avec la cellulose dont il est impossible de la séparer sans l'altérer. Peu à peu la pectose se gélifie partiellement sous l'action du protoplasme et le pectate qui en résulte est refoulé vers l'extérieur à la faveur de la turgescence des tissus. Tout l'édifice cellulaire est ainsi formé d'éléments reliés entre eux par un ciment de pectate.

Les raisons qu'en donne Mangin sont d'ordre microchimique principalement. Il avait perfectionné la technique des réactifs iodés et substitué avec succès l'acide phosphorique ou, mieux encore, l'acide iodhydrique fumant à l'acide sulfurique et au chlorure de zinc. Il venait d'introduire en Histologie végétale un nouveau colorant, le rouge de ruthénium $[Ru^2OHCl^4(NH^3)^7]$ OH, spécifique, croyait-il, des

matières pectiques. Dès lors il était possible de mettre en évidence ces composés autrement que par la teinte jaune qu'ils prennent en présence d'iode comme tant d'autres produits de diverse nature, les protides notamment.

Mangin tirait parti également de la solubilité de la cellulose dans la liqueur de Schweizer qui ne fait que gélifier la pectine, aussi bien que de la solubilité de cette dernière dans la potasse ou la soude qui se bornent à gonfler la cellulose.

Il y aurait beaucoup à dire sur la composition de la membrane et sa genèse telles que les conçoit Mangin, mais il y a bien peu à reprendre à ses observations sur la diversité des parois cellulaires dans les différents groupes de végétaux, des plantes vasculaires aux Thallophytes. Certains cas typiques décrits par lui sont mentionnés dans tous les ouvrages, celui des Péronosporées, par exemple, où les tubes de l'appareil conidien sont de pure cellulose, tandis qu'ils sont à la fois cellulosiques et pectiques chez les Mucorinées, callosiques chez les Ascomycétes, pecto-callosiques chez les Polypores. Mangin a trouvé mieux encore chez les Phéophycées microscopiques où, dans le groupe des Péridiniens, la cuirasse est faite de cellulose uniquement alors que la matière organique qui imprègne les valves silicifiées des Diatomées est de nature pectique.

Pour apprécier l'œuvre de Mangin sur ces sujets il n'est que de l'examiner à la lumière des découvertes récentes sur la constitution de la pectine. Le temps n'est plus où les composés pectiques étaient des moins connus. On sait désormais, grâce aux travaux d'Ehrlich, que la pectose est un complexe d'arabane et de pectate, sel calco-magnésien de l'acide pectique. Celui-ci est formé essentiellement d'un noyau uronique à quatre molécules d'acide galacturonique soudées entre elles, en chaîne fermée vraisemblablement, par des liaisons glucosidiques. Deux des carboxyles sont éthérifiés par l'alcool méthylique, les deux autres salifiés par la chaux et la magnésie. Une molécule de galactose et une d'arabinose sont fixées sur le noyau par leurs fonctions réductrices; l'acide pectique

renferme, en outre, deux groupements acétyles dont on ignore la place exacte. On ne sait pas davantage de quelle manière l'arabane est lié au pectate. L'ensemble est dépourvu de pouvoir réducteur. Telle est la composition de la pectose de Betterave. Il s'en faut que la formule des produits pectiques soit la même dans tous les groupes de plantes vasculaires, mais elle comporte partout un noyau uronique.

L'action des divers réactifs sur ce complexe se devine aisément. L'eau chaude dissout la pectose en un mélange d'arabane et de pectate. Les acides en font autant et s'emparent, en outre, du calcium et du magnésium; le milieu devient rapidement réducteur par saccharification de l'arabane et décrochement du galactose et de l'arabinose fixés au noyau uronique. Les liqueurs diastasiques telles que le suc d'escargot ou les poudres fermentaires de certaines Mucédinées hydrolysent de même la pectose. Les alcalis saponifient les fonctions esters méthyliques et acétiques puis, à chaud, disloquent la molécule.

Les techniques de Mangin, établies empiriquement, s'en trouvent justifiées, particulièrement le procédé de dissolution de la pectine par action successive de l'acide chlorhydrique étendu et de l'oxalate d'ammoniaque; l'acide hydrolyse la pectose, l'oxalate d'ammoniaque précipite la chaux et transforme l'acide pectique, peu soluble, en pectate d'ammoniaque qui l'est beaucoup plus.

Il est difficile, d'ailleurs, d'éliminer la totalité des matières pectiques sans toucher à la cellulose. Mangin s'en est bien aperçu et c'était là, pour lui, une raison de plus de croire au mélange intime de pectose et de cellulose dans les membranes. La difficulté est encore plus grande qu'il ne pensait. Il s'en faut que toute la substance pectique que comprend la paroi s'y trouve sous le même état. Une partie est facilement solubilisée, l'autre beaucoup moins. De là à dire, avec Mangin, que la substance intercellulaire est faite de pectate tandis que la membrane proprement dite est imprégnée de pectose, il n'y a qu'un pas. D'autant que les extraits successifs sont loin d'of-

frir, de l'un à l'autre, la même composition; les premiers sont riches en pectate, fortement dextrogyres, les derniers renferment beaucoup plus d'arabane et sont optiquement neutres ou même lévogyres.

Mangin, après Frémy, attachait la plus grande importance au résidu gélatineux qui marque la place de la cloison après immersion des coupes dans la liqueur de Schweizer: il y voyait la preuve que la pectose est sous-jacente à la cellulose. Encore faudrait-il être sûr que ce résidu, en admettant qu'il soit exclusivement de nature pectique, était localisé dans toute l'épaisseur de la paroi, y compris la région interne.

Tout démontre que la membrane offre une grande diversité de composition suivant les plantes et les tissus, depuis les fibres cellulosiques et les poils unicellulaires qui ne donnent aucune des réactions chimiques de la pectine et se montrent rebelles aux bacilles du rouissage jusqu'à la pulpe des fruits, des tubercules et des racines charnues. Il n'est pas moins certain qu'arabane et pectate sont distribués d'une façon très inégale dans l'épaisseur de la membrane, le pectate étant beaucoup plus abondant vers l'extérieur. Mais il est difficile d'extraire l'un à l'exclusion de l'autre; ce qui diffère, d'un extrait au suivant, c'est la proportion d'arabane relativement au pectate, celui-ci se dissolvant de préférence dès les premiers épuisements.

Mangin inclinait à penser que la lame moyenne est primitive et que, dès le début, le pectate en constitue la matière exclusive. Autour de ce tracé de pectate se déposeraient aussi vite des couches pecto-cellulosiques. Cette manière de voir n'a pas été démontrée; rien n'empêche de concevoir que les cloisons ne soient, tout d'abord, formées de cellulose et de pectose et qu'avec l'âge la zone mitoyenne ne se transforme en pectate principalement. Il faut, pour cela, que la membrane soit autre chose qu'une enveloppe inerte. Esquissée, par un épaississement du cytoplasme elle ne s'isole jamais complètement de ce dernier tant que la cellule est à l'état de vie ac-

tive et peut être considérée de la sorte comme un produit d'élaboration continue, divers suivant les plantes et les tissus. C'est de ce point de vue que les théories de Wiesner prennent de l'intérêt, Mangin n'a pas manqué d'en faire la remarque tout en se déclarant incapable de mettre en évidence les dermatosomes ou particules élémentaires de la membrane et moins encore le réseau de trabécules protoplasmiques qui les enserre.

Depuis lors divers auteurs se sont appliqués, avec succès semble-t-il, à démontrer, par voie microchimique, que la lame moyenne donne certaines réactions des matières albumineuses, dans les méats principalement. Les extraits successifs de pulpe, après complet dessucrage, ne sont ici qu'une médiocre source d'information, l'azote qu'ils renferment, en petite quantité, pouvant venir du contenu cellulaire aussi bien que de son enveloppe.

L'étude des parois cellulaires eût été incomplète si Mangin n'y avait ajouté la description des mucilages et des gommes qui en dérivent par altération. Antérieurement on s'était borné à répartir ces matières en deux catégories d'après la présence ou l'absence de cellulose. Qu'eût-on fait d'autre, il n'y avait alors que la cellulose que l'on sût caractériser avec certitude. Mangin était mieux outillé que ses prédécesseurs. Il se flattait de déceler, à l'aide des colorants, la callose et les substances pectiques partout où elles se rencontraient, même en faible proportion. C'est ainsi que certains mucilages, peu fréquents, ceux que renferment les bulbes d'Orchidées, par exemple, lui parurent formés de cellulose exclusivement, d'autres, de callose, comme dans la membrane des cellules mères du pollen, tandis que la plupart du temps ces matières sont de nature pectosique, comme la gomme arabique, ou celluloso-pectique comme la gomme adragante.

Cette classification est toujours en vigueur parmi les Botanistes. Toutefois ce que Mangin comprenait sous le nom de matières pectiques est en train de se résoudre en produits divers qui n'ont de commun que leurs propriétés physiques et la présence d'acides uroniques dans leurs molécules, depuis la gomme arabique formée d'ara-

binose, de galactose, de rhamnose et d'acide glycuronique jusqu'à l'algine des Phéophycées qui se compose d'acide mannuronique exclusivement.

Que Mangin soit arrivé à ce résultat sans aucune donnée chimique, uniquement à l'aide de quelques réactifs de coloration, cela suffit à prouver que la méthode n'est pas dépourvue d'efficacité bien qu'on n'en puisse attendre, dans tous les cas, un diagnostic infaillible. Les phénomènes de teinture ont fait, depuis un demi-siècle, l'objet de recherches approfondies et se sont révélés beaucoup plus complexes qu'on ne le pensait jadis.

Si l'on en croit Mangin la cellulose se comporterait comme une matière légèrement alcaline d'où son affinité pour les colorants acides; les matières pectiques, tout au contraire. Ce n'est là qu'un aspect de la question, l'état physique des corps en est un autre et non des moindres.

Le rouge de ruthénium est le réactif de choix, préconisé par Mangin, pour les matières pectiques. Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, la glycérine, l'essence de girofle. La teinte rouge des solutions aqueuses est, dans une certaine mesure, sous la dépendance de la réaction du milieu.

Il n'est pas douteux que les matières pectiques ne fixent le rouge avec énergie, mais l'algine en fait autant, de même que l'œuf de *Phallus* et beaucoup de gommes qui n'ont de commun avec la pectine que leur nature uronique. Il adhère plus ou moins à la plupart des tissus. Les parois des Algues rouges le retiennent assez fortement bien que la gélose qui les imprègne se rapproche beaucoup plus des hydrates de carbone que des produits uroniques. Les membranes cellulosiques elles-mêmes s'en trouvent affectées, surtout lorsqu'elles sont dégradées à point, et ne le cèdent qu'à la longue à l'eau de lavage. Serait-ce le fait de la pectose qui, de l'avis de Frémy et de Mangin, est intimement mêlée à la cellulose dans toute l'épaisseur de la membrane? C'est peut-être le cas dans la pulpe de Betterave, mais il en va tout autrement du Coton et autres poils unicel-

lulaires, des fibres de Lin et de Chanvre qui, après rouissage, ne donnent plus les réactions de la pectine. Si l'on ajoute à cela que des matières azotées comme la soie se teignent bien par le rouge, on ne pourra qu'émettre des doutes sur l'affinité spécifique de ce colorant pour les matières pectiques.

Louis Mangin fut l'un des promoteurs de la pathologie végétale. Ses travaux sur les altérations de la membrane cellulaire l'avaient familiarisé avec les diverses sortes de mucilages, d'où ses publications sur la gommose de la Vigne et du Châtaignier. De plus il avait acquis une grande expérience dans la recherche et l'identification des champignons parasites dont le mycélium s'insinue à l'intérieur des tissus. En 1894 Grandeau, rédacteur en chef du *Journal d'Agriculture pratique*, l'avait institué Botaniste conseil, en quelque sorte, pour les lecteurs de ce périodique très répandu. L. Bourguignon et Pierre Viala l'avaient investi des mêmes fonctions à la *Revue Horticole* et à la *Revue de Viticulture*, d'où l'orientation nouvelle de son activité.

On en connaît assez les résultats pour qu'il suffise d'énumérer les plus remarquables. C'est la maladie de la *toile* dont Mangin découvre l'agent, un *Botrytis* qui se plaît dans les terreaux usés et se répand sur les jeunes plantes qu'il fait pourrir. C'est l'anthracnose de la Vigne dont il décrit l'évolution, le parasite, *Sphaceloma ampelinum*, s'insinuant entre les membranes et s'attaquant aux matières pectiques dont la dissolution entraîne la dissociation des tissus. C'est la maladie du Rouge qui cause parfois d'importants dégâts dans les plantations des avenues; l'agent en est un *Nectria (cinabarina)*; Mangin étudie le mécanisme de l'infection et cherche les remèdes susceptibles de la prévenir. C'est le piétin du Blé, connu de longue date et rapporté par Prillieux et Delacroix à l*Ophiobolus Graminis*. Mangin démontre que cette espèce ne joue pas le rôle actif; celui-ci revient au *Leptosphæria herpotrichoïdes*, autre

champignon dont les périthèces se trouvent constamment de juin à octobre sur les chaumes malades.

Ces dernières recherches, jointes à celles qui se rapportent au *Septoria Graminum*, destructeur des feuilles de Blé, constituent l'essentiel du Mémoire que Mangin remit à l'Académie royale de Danemark et auquel fut attribué, avec des considérants particulièrement élogieux, le prix Classen (1899). La question mise au concours était celle des champignons parasites des céréales.

Beaucoup d'autres affections parasitaires furent, de la part de Mangin, l'objet d'intéressantes et utiles observations, en particulier la maladie des Œillets causée par *Heterosporium echinulatum*, celle des Orchidées des genres *Lælia* et *Cattleya* qu'il faut rapporter à *Glœosporium macropus*, d'autres encore provoquées par des parasites animaux, Acariens ou Anguillules.

Le beau travail sur la *phtiriose* de la Vigne, en collaboration avec Pierre Viala, date de 1903. Il s'agit d'une maladie signalée déjà dans les textes arabes ou hébreux et dont la réapparition, à la fin du siècle dernier, fit des dégâts comparables en importance à ceux dont il est question dans les Livres sacrés. L'affection est due à l'association de deux organismes, une Cochenille blanche, *Dactylopius Vitis* et un Champignon, *Bornetina Corium*.

L'insecte se rencontre dans toute la région méditerranéenne. En Algérie, en Portugal, dans le Midi de la France, il vit sur les feuilles et les rameaux de la Vigne, mais en Palestine la chaleur et la sécheresse de l'été l'obligent à se réfugier dans le sol. Sans doute aurait-il disparu depuis longtemps sans le secours du *Bornetina Corium* qui forme autour des racines un feutrage mycélien sous lequel la Cochenille trouve un abri confortable.

Le Champignon, d'ailleurs, est payé de retour; ses spores, transportées par l'insecte sur les racines, y trouvent, en dépit de l'extrême sécheresse du sol en été, un milieu favorable à leur germination et à la croissance du mycélium, grâce aux excrétions provoquées sur les racines par les piqûres de Cochenilles. Les filaments, d'abord

délicats et floconneux s'entrelacent à mesure que leurs membranes s'épaississent. Il se forme ainsi, autour de la racine, un véritable manchon dont la surface intérieure se couvre de spores tandis que l'extérieure agglutine les particules terreuses. Très épaisse, ayant la consistance du cuir — d'où le nom du Champignon —, complètement imperméable à l'eau et au gaz, cette gaine finit par provoquer l'asphyxie des racines. Les jeunes Cochenilles qui ont pris naissance entre la gaine et l'écorce n'attendent pas que les choses en soient là pour émigrer sur des racines saines. Elles emportent avec elles les spores de *Bornetina*, c'est ainsi que la maladie se propage d'un cep au voisin, trahie en surface par des taches, comme dans le cas du Phylloxéra.

Louis Mangin et Pierre Viala ont fait une étude approfondie du Champignon de la phtiriose. Par ses spores, leur mode de formation et leur structure, il appartient, d'après eux, au groupe spécial des Bornétinées, voisin des Ustilaginacées, mais on le range désormais parmi les Polyporées. Essentiellement saprophyte il se développe abondamment dans les milieux sucrés. Suivant les conditions il s'y montre passablement polymorphe, la couleur des spores, leurs dimensions, leurs ornements, qui ont une telle importance dans la classification, sont susceptibles de varier beaucoup. C'est le cas de la plupart des espèces. L'influence du milieu sur les formes de la végétation était l'une des questions en vogue au début du siècle. Mangin fit là-dessus nombre d'expériences, sur les Aspergilles notamment. A son avis trop d'espèces encombrent la nomenclature, sans diagnose précise, et ne sont que des modifications sous l'action du milieu.

Une autre maladie de la Vigne, caractéristique des terrains marécageux, a été décrite par Mangin et Viala. Elle est due à un Acarien extrêmement répandu dans le sol, le *Cœpophagus echinopus*. Il s'attaque aux racines et creuse des galeries dans le parenchyme phellodermique particulièrement développé en terrain humide et gorgé d'amidon. La plante réagit par formation de zones de liège qui re-

tardent la pénétration de l'insecte sans pouvoir le contenir. Il parvient bientôt jusqu'à l'assise génératrice libéro-ligneuse et, la contamination aidant, il en provoque la dégénérescence. Les ceps malades se ramifient irrégulièrement, l'aoûtement des rameaux est incomplet; au bout de quatre ou six ans les souches sont mortes. L'inondation n'a pas d'effet sur cette affection justiciable seulement du sulfure de carbone.

C'est encore en collaboration avec Viala que Mangin décrivit une espèce nouvelle de Mucédinée, *Stearophora radicicola*, dont les sclérotes, petits et noirs, très riches en matières grasses, se rencontrent dans les vaisseaux ligneux des racines de Vigne atteintes de phtiriose ou d'autres maladies. Transportés sur milieu artificiel ces sclérotes donnent naissance à un mycélium dont les appareils conidiens sont très particuliers.

Louis Mangin s'est occupé également de la maladie de l'*Encre* ou du *Pied noir* qui a ruiné les châtaigneraies de plusieurs régions du Centre et du Sud-Est. Elle a son siège, d'après lui, dans les parties souterraines. Chez les Châtaigniers malades les mycorhizes sont entièrement désorganisées et on y trouve constamment, de même que dans les cellules de la racine, un mycélium extrêmement délicat, à réaction cellulosique, qui paraît être l'agent de la maladie, méritant ainsi le nom de *Mycelophagus Castaneæ* qui lui a été donné.

D'autres raisons concourent à la ruine de nos châtaigneraies, la récolte des feuilles vertes pour la nourriture du bétail et des feuilles sèches pour la litière, l'abandon progressif de la châtaigne dans l'alimentation, et surtout les défrichements intensifs exécutés par l'industrie des extraits tanniques. Mangin s'est employé à réduire les dégâts en préconisant une série de mesures propres à sauver les châtaigneraies là du moins où le sol est pauvre et accidenté.

*
* *

Au point où nous voici Louis Mangin a passé la cinquantaine. Il a derrière lui une œuvre considérable, menée de pair avec son enseignement au lycée Louis-le-Grand. Il est, depuis 1898, membre de la

section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique et a été présenté en seconde ligne, en 1901, à la place laissée vacante à l'Académie des Sciences par le décès d'Adolphe Chatin. Parmi ses contemporains Léon Guignard est professeur de Botanique à l'École de Pharmacie, Gaston Bonnier à la Sorbonne, l'un et l'autre Membres de l'Institut depuis 1895 et 1897.

C'est au Muséum qu'allait se poursuivre la carrière de Mangin. La Cryptogamie, malgré son intérêt croissant, n'y avait pas de chaire spéciale. Van Tieghem ne cessait, depuis vingt ans, de dénoncer cette lacune; en attendant, il attirait dans son laboratoire les spécialistes des végétaux inférieurs et rassemblait les premiers éléments des collections actuelles avec le concours d'Edouard Bornet pour les Algues, de Patouillard et Hariot pour les Champignons, de Nylander et de l'abbé Hue pour les Lichens, de Bescherelle et Camus pour les Mousses, de Petit pour les Diatomées.

Lorsqu'à la mort de Dehérain (décembre 1902) la chaire de Physiologie végétale, créée pour lui en 1880, fut devenue vacante, le corps professoral du Muséum en décida la transformation en chaire de *Botanique* pour l'étude des Cryptogames et le Ministère choisit Louis Mangin comme premier titulaire.

La leçon inaugurale (18 novembre 1904) fut pour lui l'occasion de retracer quelques-unes des conquêtes de la science dans le domaine de la Cryptogamie, depuis l'époque où Jussieu rangeait le Gui parmi les Jungermannes et les Fougères dans les Monocotylédones. C'est tout d'abord la découverte des basides des Agaricinées par le Dr Léveille, si imprévue, « si exactement contradictoire des résultats des travaux les plus récents » comme écrit Brongniart dans un rapport officiel. C'est ensuite l'histoire succincte de la sexualité chez les plantes inférieures où l'on voit le grand amateur Thuret décrire les anthérozoïdes de *Chara* que Bischoff, quelques années auparavant, prenait pour des animalcules, puis ceux des Fucacées, révélations sensationnelles qui en présageaient beaucoup d'autres et, par surcroît, ruinaient à jamais les prétentions des zoologistes à s'annexer

tout ce qui est doué de motilité. C'est en dernier lieu la question, si longtemps controversée, de la nature des Lichens considérés par les uns comme des plantes autonomes, par les autres comme des êtres complexes formés par une Algue qui reste stérile et un Champignon fertile qui vit à ses dépens. Ce dernier point de vue devait l'emporter après les observations de Schwendener et les expériences péremptoires de Bornet. On l'avait belle, à ce propos, de s'élever contre la tyrannie des idées préconçues et d'exalter l'indépendance d'esprit nécessaire aux savants. Mangin n'y manque pas, non plus qu'à rendre hommage à l'œuvre capitale des Botanistes français en Cryptogamie. Il expose, en terminant, les grandes lignes de son programme, accroître les collections, reviser les espèces litigieuses, non seulement par voie analytique, à la manière de Tulasne, mais par voie synthétique, suivant la méthode expérimentale créée par Pasteur, sans négliger pour autant la moindre occasion de faire œuvre utile, en Phytopathologie principalement. Il ne faillit à aucune de ses promesses, ainsi qu'on va le voir.

Ses publications sur le Rouge du Sapin sont de 1906 et 1907: l'année suivante il décrit avec N. Patouillard la moisissure du Blé Latouag, *Monilia Arnoldi*, trouvée par Arnold dans les silos algériens. Les espèces lignivores de Champignons avaient de longue date retenu son attention, d'où l'autorité dont il jouissait parmi les techniciens du Bois. Il fit, en 1907, à la Commission du Gros Œuvre de la Société centrale des Architectes français, une conférence très remarquée que publia le journal l'Architecture (1907). C'est à ses lumières qu'on eut recours lorsqu'apparut, dans une aile du Château de Versailles, un Polypore, *Phellinus cryptarum* dont les dégâts furent promptement enrayés. Plus tard il présida la section cryptogamique de la Commission des Bois au Ministère de l'Agriculture.

Jusqu'alors les Algues n'avaient fait de sa part l'objet d'aucune publication; après ses débuts en anatomie il avait suivi son attrait pour la physiologie puis s'était adonné à l'étude de la membrane végétale; or celle-ci n'est nulle part aussi variée que chez les Champi-

gnons, Mangin devint ainsi mycologue et les Micromycètes, entophytes en grand nombre, l'amenèrent à la Pathologie théorique et appliquée.

Titulaire de la chaire de Cryptogamie, les Algues sont une partie importante de son domaine. Loin de les délaisser pour les Champignons il en fait souvent l'objet de son enseignement et se livre à de nombreuses explorations sur le littoral; c'est au cours de l'une d'elles qu'il signale la présence, sur les rochers de Gatteville, de la Colpoménie sinueuse, curieuse algue brune en forme de boule creuse, originaire des côtes méridionales de l'Europe et récemment apparue sur les rives de l'Atlantique. Fixée sur les coquillages du fond, sur de jeunes huîtres notamment, elle est capable de les faire flotter et de les entraîner à marée haute, causant aux ostréiculteurs un préjudice considérable.

Mais c'est à la flore planctonique que Mangin s'intéresse de préférence. Au début du siècle tout est encore à faire à cet égard sur les côtes françaises, alors qu'à l'étranger on a compris depuis longtemps l'importance de ces études quant à la Pisciculture marine; non que les poissons vivent de végétaux, ils préfèrent mollusques et crustacés, mais ceux-ci abondent dans les pâturages pélagiques.

Les organismes les plus constants du phytoplancton sont les Péridiniens et les Diatomées. Mangin démontre que la cuirasse des premiers est de pure cellulose tandis que les valves des secondes ne renferment que des matières pectiques et il fonde là-dessus un procédé d'observation qui facilite l'analyse des récoltes. Ainsi outillé il étudie en détail la flore de la rade de S^{t} Waast-la-Hougue; c'est à lui que sont confiés les planctons antarctiques des expéditions de la « *Scotia* » et du « *Pourquoi-Pas* »; son dernier travail, resté inachevé, est une étude du plancton de la Rance maritime et de ses variations saisonnières.

Au début de 1909 il est élu à l'Académie des Sciences où il succède à Philippe Van Tieghem devenu Secrétaire Perpétuel pour les sciences physiques à la mort d'Albert de Lapparent. Il rejoint à la

Section de Botanique ses contemporains Léon Guignard, Gaston Bonnier, René Zeiller et ses aînés Edouard Prillieux le maître de la Pathologie végétale, Edouard Bornet le grand algologue, le collaborateur et l'ami de Gustave Thuret.

Les années qui suivent sont consacrées à de nouvelles recherches et au classement des collections qui ne cessent de s'enrichir; le joyau en est alors l'herbier algologique que Bornet vient de léguer au laboratoire de Cryptogamie en exigeant qu'il porte exclusivement le nom de son ami Thuret qui en eut l'initiative.

A l'occasion de la découverte de la chitine dans la membrane de nombreux Champignons, Mangin doit revenir sur les caractères de la callose et faire appel aux lumières d'Arnaud, son collègue du Muséum, pour en maintenir l'originalité, et même le nom, Tanret ayant donné celui de *fongose* à une matière analogue extraite de diverses espèces.

Vient ensuite le beau travail sur les *Atichioles*, en collaboration avec N. Patouillard, où il est démontré que ces curieux épiphytes dont le thalle mucilagineux se réduit à des chapelets de cellules bourgeonnantes, ovoïdes ou étoilées, se placent parmi les Champignons, en dépit de leur appareil de multiplication végétative qui ressemble aux sorédies des Lichens, et qu'ils constituent un groupe autonome situé à la base des Ascomycètes, parallèle aux Eumycètes ou formes filamenteuses. Incapables de vivre en saprophytes ou en parasites les Atichioles n'ont pu évoluer vers les formes supérieures et représenteraient un rameau avorté, dérivé peut-être des Floridées.

Au début de 1914 Louis Mangin prend l'initiative de réunir au Laboratoire de Cryptogamie un certain nombre de savants et de praticiens, botanistes, agronomes, entomologistes, et fonde avec Tisserand, Guignard, Prillieux, Viala, Philippe de Vilmorin, Mirande, Hariot, la *Société de Pathologie végétale* dont il fut le premier président et qu'il eut grand peine à sauver de la tourmente. Tout ce qui concerne les maladies des plantes lui paraissait digne d'intérêt; on le

voit, au lendemain de la guerre, se préoccuper du dépérissement des arbres, des résineux surtout, au voisinage de l'usine à explosifs de Chedde et incriminer, d'après l'examen des tissus et leurs réactions, les vapeurs chlorhydriques qui proviennent des émanations.

Les Algues du Plancton ne sont pas négligées pour autant. Les matériaux lui arrivent de toute part. Il signale dans la flore planctonique de la baie de S^{t} Waast-la-Hougue l'existence d'individus asymétriques, dextres ou sénestres, chez certains Péridiniens, et propose, à cette occasion, quelques retouches à la nomenclature. Les récoltes du *Pourquoi-Pas*, lors de sa deuxième expédition antarctique, lui fournissent de nombreux exemples du polymorphisme des Diatomées, chez *Biddulphia polymorpha* notamment, ce qui l'amène à réagir contre la tendance de certains auteurs à multiplier le nombre des espèces. Il s'adonne, dans la suite, à une étude approfondie du *Chætoceros criophilus*, espèce caractéristique des mers antarctiques que certains prétendent retrouver dans les mers du Nord et considèrent comme une des rares espèces bipolaires, basant là-dessus des considérations ingénieuses sur l'origine commune de ces espèces. Mangin émet à ce sujet des doutes formels et décrit minutieusement les formes arctiques désignées, à tort d'après lui, sous le nom de *Chætoceros criophilus*.

En 1920 Louis Mangin est porté par le corps professoral à la Direction du Muséum, en remplacement d'Edmond Perrier. Une de ses premières préoccupations fut de reconstituer le laboratoire maritime. Celui-ci, fondé par Perrier lui-même, dès 1882, dans l'île de Tatihou, menaçait ruine après avoir servi de camp d'indésirables pendant la guerre. Plutôt que de le réparer à grands frais, ne valait-il pas mieux le transférer ailleurs, dans une région plus accessible et plus neuve? Le nouveau Directeur inclinait dans ce sens. C'est alors que Jean Charcot qui connaissait bien la côte malouine lui en fit valoir les avantages, les sites variés, l'embouchure de la Rance, la plus importante des rias de l'Armorique. Après une exploration méticuleuse où le *Pourquoi-Pas*, amarré dans le port de Saint-Servan, ser-

vit de laboratoire, le choix était fait. Le vieil arsenal de la Marine prêta le local, le matériel vint de la station de Tatihou et des libéralités de Charcot, les collections et la bibliothèque s'enrichirent d'une année à l'autre. Au laboratoire on adjoignit un aquarium destiné au grand public et dont les recettes devaient être affectées aux recherches scientifiques. La station maritime de Saint-Servan où mes élèves et moi, guidés par le savant algologue Robert Lami, avons fait de si fructueuses récoltes, a été transférée récemment à Dinard dans un bâtiment plus approprié, élevé sur les plans du Professeur Gruvel. Un bas-relief, inauguré cette année, y évoque la mémoire de Mangin.

Au Muséum même, parallèlement à l'œuvre de réorganisation qui s'imposait après la guerre, Mangin ne craignit pas de prendre de larges initiatives; l'orangerie, la graineterie, la singerie furent édifiées avec le produit de la taxe d'entrée qu'il obtint du Parlement, tandis qu'un *vivarium* était créé sur les fonds de la *Journée Pasteur* et que la grande galerie de Botanique allait être construite par l'État avec l'aide de la fondation Rockefeller. Entre temps la ferme de Chèvreloup, dépendance du domaine de Versailles, était attribuée au Muséum pour y établir un *Arboretum*, l'Hormas de Fabre, à Sérignan, rattaché également au Muséum, ainsi que le Musée d'Ethnographie du Trodadéro. A force de volonté Mangin sut libérer le grand Établissement qu'il dirigeait de tutelles administratives stérilisantes et lui assurer les ressources indispensables. Que de fois ne s'est-il pas élevé contre la parcimonie des pouvoirs publics dès qu'il s'agit du progrès de la science ou de la protection des richesses de la Nature. Il ne put que préparer les voies à son successeur pour la création du parc zoologique de Vincennes.

Il fut Président de l'Académie des sciences en 1929. Deux ans plus tard sonnait pour lui l'heure pénible entre toutes, celle de la retraite et de l'abnégation. Il ne s'y résigna qu'à grand'peine bien qu'octogénaire et, de ce moment, on le vit décliner. Retiré à la Maison de Buffon, au seuil du Jardin des Plantes, il fit quelques années enco-

re assidu aux séances de l'Académie jusqu'au jour où une longue et pénible maladie l'en tint éloigné. Il s'éteignit le 27 janvier 1937, dans sa 85me année, à la clinique du parc de Grignon et fut inhumé à Paris en la seule présence de sa famille et de quelques amis. Vers la fin de sa carrière il avait été élevé à la dignité de grand officier de la Légion d'honneur; il était depuis 1917 Membre de l'Académie d'Agriculture, qu'il présida, et de plusieurs Académies étrangères.

Professeur, il se faisait remarquer par la précision et la clarté; savant, il a édifié une œuvre considérable d'où la logique et le bon sens n'excluent pas l'intuition; administrateur, il a su maintenir la tradition du Muséum en tant que centre de collections, Établissement d'initiation à l'Histoire Naturelle et foyer de recherches originales.

Son successeur à la chaire de Cryptogamie, Pierre Allorge, a tracé de lui ce beau portrait: « Bienveillant sous des dehors un peu rudes, et plus sensible qu'il ne le paraissait, autoritaire mais juste, doué d'un bon sens profond, très libéral avec ses collaborateurs il était toujours heureux de rendre service et, continuellement sollicité, il s'efforçait d'aider, tant par ses conseils que par son appui, les jeunes qui venaient à lui. »

FUNÉRAILLES

DE

PAUL SÉJOURNÉ

Membre de l'Académie des Sciences,

A PARIS,

le mercredi 18 janvier 1939.

DISCOURS

DE

M. ARMAND DE GRAMONT

Membre de l'Académie des Sciences.

Quand Paul Séjourné entreprit ses premières œuvres, on pouvait croire que la technique des grandes voûtes n'était plus susceptible d'être améliorée. Des siècles d'expérience paraissaient avoir épuisé toutes les solutions possibles, et, seules, semblaient ouvertes les voies rénovées par la nature des matériaux employés. Nous avons

pourtant assisté à ce singulier miracle d'une technique millénaire qui, ayant à lutter contre un élément nouveau, le métal, sait trouver en elle-même des formules inédites.

C'est ce prodige qu'a réalisé Paul Séjourné par certaines méthodes qui resteront attachées à son nom et qui lui vaudront le respect des générations futures. On s'imaginait qu'il n'y avait plus rien à glaner derrière les grands constructeurs qui, depuis la Grèce antique, avaient jusqu'à nos jours, étudié toutes les formes architecturales, et voici qu'au contraire Séjourné nous apporte une fraîche moisson.

Un des problèmes à résoudre consistait à limiter les déformations des arches une fois l'édifice terminé. Séjourné étudie la forme des cintres en bois qui permettra une pose rationnelle des blocs de pierre. Il dessine les cintres en éventail qui entraînent une meilleure répartition des efforts dans la charpente et, par là, une économie sur le cube du bois mis en œuvre. Il introduit ensuite dans ces cintres des câbles métalliques dont il pourra régler la tension et, tel un archer géant, il définira avec une précision accrue la courbe du pont futur.

Les blocs de pierre posés sur ces cintres, il voudra les fixer en une position définitive et il crée les joints en mortier mâté; au décintrement du Pont du Luxembourg, le tassement de l'immense voûte haute de 30 mètres se réduit à quelques millimètres.

Séjourné rénova encore, d'une autre façon, la construction des ponts. Il eut l'idée de réduire la voûte à deux anneaux latéraux relativement étroits sur lesquels sera posé un tablier en béton armé ou en métal qui pourra résister aux charges mobiles, tandis que les voûtes et les piles assureront la rigidité du support. Là encore l'ingéniosité de Séjourné apporte une économie de main-d'œuvre: le cintre en bois est réduit à la largeur d'un des anneaux, et sert successivement à chacun d'eux. Si le pont traverse de biais un fleuve ou un ravin, l'indépendance des deux anneaux évite les difficultés de la voûte unique.

Nul, plus que Paul Séjourné, n'avait le respect de ses devanciers

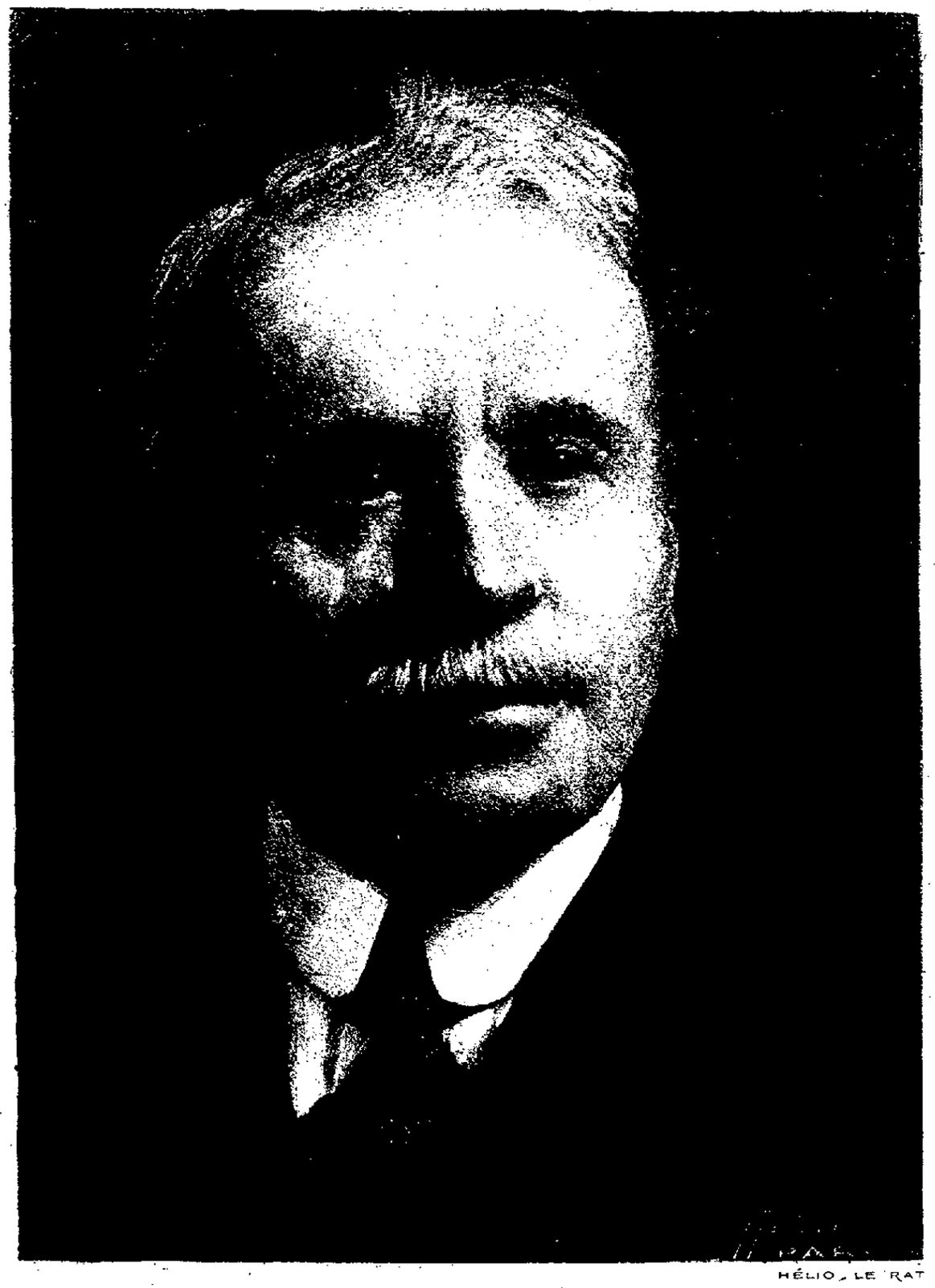
et le culte de l'architecture ancienne. Son magistral ouvrage « Les grandes Voûtes », où il examine les œuvres les plus marquantes du monde entier, est à la fois d'un grand ingénieur, d'un historien érudit et d'un esprit critique aiguisé. Dans un style concis, chaque œuvre est étudiée, ses qualités et ses défauts mis en lumière et, cela, Séjourné pouvait le faire, car de l'ensemble monumental, il retenait tous les détails, il connaissait chaque élément.

Ceux qui l'ont vu sur les chantiers diront la précision de ses conseils au contre-maître aussi bien qu'à l'ouvrier. Il était vraiment un tailleur de pierres.

Digne successeur de ces Frères Pontifs qui, sous la Renaissance peuplèrent nos campagnes de cathédrales, comme eux, il ne laissait dans l'ombre aucun motif. Il aimait son œuvre, non pas comme une entreprise, mais comme une émanation de sa pensée.

Ce feu sacré qui l'animait, il a su le communiquer à ses élèves: ainsi, il a non seulement rénové la technique architecturale de son époque, mais préparé à l'École des Ponts et Chaussées, la pérennité de l'architecture française.

Les solutions rationnelles satisfont toujours notre esthétique, aussi a-t-on pu dire avec raison que « son nom resterait parmi les Techniciens comme un symbole de la science mise au service de l'Art. »



HÉLIO LE RAT

CHARLES GRAVIER

1865 - 1937

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

CHARLES GRAVIER

(1865-1937)

déposée en la séance du 12 décembre 1938

PAR

M. ÉMILE ROUBAUD

Membre de l'Académie des sciences

Le lundi 15 Novembre 1937, après avoir, dans la matinée, accompli sa besogne coutumière au laboratoire et, dans l'après-midi, après s'être rendu comme à l'ordinaire à la Séance de l'Académie des Sciences, Charles Gravier s'éteignait brusquement chez lui, dans la soirée.

Ainsi devait parvenir à son terme, sans qu'aucun de nous eut pressenti cette fin si prochaine, une belle et sereine existence, parée des plus nobles qualités qui puissent honorer l'homme comme le savant.

Figure privilégiée que celle de Charles Gravier, où les dons les plus précieux s'unissent en un harmonieux ensemble.

S'il m'échoit aujourd'hui, comme son successeur à l'Académie, le douloureux honneur de faire revivre sa mémoire, que ce soit tout d'abord pour évoquer les liens d'affection et de profonde estime qui m'attachaient à sa personne.

J'ai connu Ch. Gravier, voici plus de trente-huit ans, dans cet ancien laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue où, régulièrement, pendant nombre d'années, l'époque des vacances le ramenait à l'étude de la vie marine qui inspira tant de ses travaux. Dès le premier abord, je fus conquis par la simplicité franche et cordiale de son accueil, par cette bienveillance souriante et réconfortante qui donnait tant de charme à ses relations. Depuis cette époque déjà lointaine, les liens de sympathie qui m'attachaient à sa personne sont demeurés à l'épreuve des années. Ce n'est pas sans émotion que je me reporte à ces circonstances heureuses de ma carrière qui m'attachèrent étroitement aux laboratoires du Muséum; elles m'y permirent bien des amitiés sûres, parmi lesquelles celle de Ch. Gravier est demeurée l'une des plus précieuses.

Les qualités de l'homme rejoignaient celles du savant. Dans le regard direct se lisait la franchise; le sourire qui volontiers éclairait les traits un peu sévères et réfléchis du grand travailleur, trahissait la bonté, l'humeur facile d'un homme robuste et bien portant, dont les valeurs morales reflétaient l'équilibre des forces physiques.

Fidélité aux affections, sensibilité, simplicité, considération marquée pour les travailleurs modestes et méritants, tels sont les traits saillants de son beau caractère, manifesté dans les rapports avec les autres. Pour lui-même, le goût de l'étude, du travail régulier, joint à un constant désir d'élargir le champ de ses connaissances, en dehors même de sa science et de sa spécialité, tendance qui, très tôt affirmée, ne devait pas peu contribuer à la progression si remarquable de sa carrière.

Cette carrière, en effet, devait le porter par échelons successifs,

qui furent franchis pour ainsi dire normalement et naturellement, de l'Enseignement primaire élémentaire aux plus hautes distinctions de l'Enseignement supérieur. Elle nous offre l'exemple saisissant d'une belle réussite, subordonnée à l'effort continu, au seul mérite personnel. Elle s'est déroulée sous le signe d'une vie et d'une intelligence si remarquablement ordonnées qu'elle n'a pour ainsi dire jamais connu les incertitudes, les errements ou les échecs. Elle fait songer, dans sa constante et magnifique progression, à quelqu'un de ces grands fleuves dont le cours tranquille et sûr, ignorant les obstacles, s'épanouit peu à peu, depuis les filets d'eau des sources, jusqu'à la mer.

Né à Orléans, en 1865, d'une famille de neuf enfants, Ch. Gravier eut, dit-on, de très bonne heure la vocation de devenir instituteur. En 1870, sur les bancs de l'École primaire, il avait eu le grave spectacle du défilé des troupes bavaroises envahissant la ville. Au cours de l'occupation germanique, il avait entendu parler du rôle joué par l'instituteur allemand dans la préparation morale de la victoire, chez nos ennemis. Il est permis de penser que ces rudes impressions d'enfance pesèrent d'un large poids sur un précoce apostolat qui brûlait de se manifester. Connaissant les charges qui pesaient lourdement sur les siens, les ressources plus que modestes de ses parents, le jeune Gravier s'attacha courageusement à réaliser son rêve par la voie la plus courte et la plus sûre qui s'offrait à lui, en se faisant recevoir à l'École Normale primaire de sa ville natale. Il entra ainsi dans le corps des instituteurs en 1883. On cite de lui un trait qui peint, d'une façon si touchante, à la fois sa reconnaissance filiale, comme son propre désintéressement: ayant reçu, au titre d'élève classé premier à l'École Normale locale, la modeste récompense de vingt francs accordée par le Conseil Général du Loiret, il s'empressa de venir discrètement offrir à ses parents cette obole, le fruit de ses veilles studieuses, son premier argent gagné!

Après deux années, alors obligatoires, d'exercice dans l'Enseignement primaire, il était admis à l'École Normale de Saint-Cloud, le plus jeune de la promotion scientifique.

C'est alors que le rêve de sa première enfance s'élargit soudain, pour l'orienter vers une direction qu'il n'aurait certes pu prévoir, celle de la spécialisation zoologique pure. Le miracle ne s'est pas fait tout seul. C'est par Edmond Perrier dont les leçons vibrantes et enthousiastes rayonnaient alors sur l'enseignement de l'École de Saint-Cloud, avec E.-L. Bouvier comme répétiteur, que Gravier va se trouver conquis aux thèses évolutionnistes et aux doctrines passionnantes sur l'enchaînement des formes animales. La semence est tombée en bon terrain. Désormais son esprit curieux de toutes connaissances s'est vu révéler un champ d'action admirable et insoupçonné. Tous les efforts du jeune instituteur vont désormais le porter vers l'exploitation de ce domaine nouveau qu'il vient d'entrevoir, mais que de temps et que d'efforts encore en perspective, avant de pouvoir s'y préparer utilement!

A sa sortie de l'École Normale de Saint-Cloud, Ch. Gravier est nommé professeur à l'École Normale de Grenoble. C'est là un choix heureux, car la Faculté de cette ville va pouvoir offrir à son ardeur studieuse les ressources qu'il aura la volonté d'utiliser pour parvenir à l'Enseignement supérieur. Il a vingt-deux ans. Il aura le courage d'entreprendre les études classiques. Après plusieurs années d'efforts, rendus plus méritoires encore par les nécessités de l'enseignement auquel il est astreint et le temps que ses fonctions absorbent, il passe successivement le baccalauréat, puis les deux licences ès sciences physiques et naturelles. Ce constant labeur n'est plus loin désormais d'obtenir sa première récompense. En 1891, Ch. Gravier est nommé boursier d'agrégation au Muséum, puis, deux ans plus tard, après avoir, à 28 ans, conquis son titre d'agrégé, il obtient une bourse de Doctorat. Il va désormais pouvoir, pendant deux années, s'initier librement à la recherche zoologique, dans les laboratoires du Maître éminent qui a distingué ses mérites et n'a cessé de l'attirer à lui.

Le laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue que dirige Edmond Perrier vient d'être récemment ouvert au public scientifique. Ch. Gravier y fait, aux vacances, de longues et fructueuses sta-

tions, s'intéressant particulièrement à l'étude de certains vers marins du groupe des Annélides, parmi lesquels il puisera les éléments de sa future thèse de doctorat. Mais ces deux années heureuses qu'il a pu entièrement consacrer à la Recherche et à la préparation d'une thèse touchent à leur fin. Gravier doit encore quitter Paris et le Muséum d'Histoire Naturelle où il laisse tant d'attachants souvenirs et d'affection. Il se rend à Clermont-Ferrand comme Professeur de Sciences naturelles au Lycée. Il a la bonne fortune d'y retrouver, Professeur de Zoologie à la Faculté, un autre élève et ancien collaborateur d'Edmond Perrier, précédemment assistant au Muséum, J. Poirier, qui lui offre les ressources de son laboratoire. Il peut ainsi poursuivre pendant quelques mois ses travaux de thèse momentanément suspendus.

L'interruption d'ailleurs durera peu. L'année suivante, en 1895, nous retrouvons Ch. Gravier à Paris où il vient d'être nommé préparateur à la Faculté des Sciences. Il a, avec raison, accepté quelques sacrifices matériels afin de pouvoir revenir dans la capitale, qu'il ne quittera plus désormais. Sa thèse de doctorat ès sciences sur les Annélides du groupe des Phyllodociens qui, désormais, imposera son nom parmi les Zoologistes, est brillamment soutenue en 1896. Deux ans plus tard, Gravier entre définitivement au Muséum où son maître Ed. Perrier le choisit comme Assistant de sa Chaire de Zoologie comparée.

A trente-trois ans, après une suite ininterrompue d'efforts méritoires qui, de l'Enseignement primaire, lui ont permis de gravir tant de rudes échelons de la hiérarchie universitaire, le voici maintenant à demeure dans la grande Maison de science à laquelle il consacrera désormais toute sa ferveur de zoologiste servie par une puissante et régulière activité. Aussi, jusqu'à ses derniers jours, chaque année sera-t-elle marquée par une étonnante succession de publications et d'études sur les sujets les plus divers. Avec le temps, sa soif de connaissances ne s'est d'ailleurs point atténuée. Il voyage, il observe, étudie en Norvège les organisations océanographiques, en Afri-

que les récifs coralliens, parcourt les unes après les autres les grandes capitales de l'Europe, mettant à profit les réunions scientifiques ou les Congrès. En même temps, afin de parfaire ses recherches bibliographiques, il ne cesse de se perfectionner dans la pratique des langues étrangères.

C'est seulement en 1917, cependant, que les circonstances permirent la titularisation de ce grand travailleur comme Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle. A la suite d'une nouvelle répartition des services entre les différentes chaires de Zoologie de cet établissement, une chaire nouvelle, celle des Vers et Crustacés lui fut confiée. Ch. Gravier qui avait alors cinquante-deux ans s'employa activement à organiser son nouveau laboratoire; il le fit dans les meilleures conditions. Quelques années plus tard, en 1922, l'Académie des Sciences l'accueillait dans sa section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de L. Ranvier. Ce fut le légitime couronnement scientifique de sa remarquable carrière. Peu de mois avant sa mort, nous devions avoir l'ultime satisfaction d'apprendre son élévation à la dignité de Commandeur de la Légion d'Honneur.

Quel que fut d'ailleurs le prix qu'il attachât aux témoignages des honneurs officiels, sans doute dans l'intimité de sa vie privée sut-il leur préférer des joies plus modestes mais non moins attachantes, celles de la famille. En 1909 il avait épousé M^lle^ Belval, distinguée Professeur de Mathématiques au Lycée Fénelon; il put se réjouir de voir son fils, s'inspirant dignement de l'exemple de ses parents, aborder par l'École Normale Supérieure et l'agrégation le bel avenir universitaire qui lui est aussi réservé.

*
* *

Si la carrière de Ch. Gravier constitue le plus éloquent témoignage du triomphe de l'effort et de la volonté, son œuvre de zoologiste, dont je vais tenter de faire ressortir la variété et la puissance, s'ins-

pire non seulement par l'abondance, la netteté, la correction des observations, mais aussi par la flamme d'enthousiasme qui l'anime, au spectacle des grands phénomènes naturels. Ch. Gravier fut un grand naturaliste parce qu'il s'est constamment reporté à l'observation de la nature. Par de longs séjours dans les laboratoires maritimes de France et d'Europe, plus tard par ses voyages en Afrique, il avait acquis des notions multiples et précieuses sur la vie des organismes marins qu'il étudiait de préférence. Dès le début de sa spécialisation scientifique, il s'était en effet convaincu que, pour vraiment connaître les espèces animales, il convient de les observer non seulement dans le laboratoire mais aussi dans les conditions de leur vie réelle et de leur milieu. C'est ce point de vue qui a constamment dominé les principales recherches qu'il a poursuivies. Afin de parfaire sa documentation biologique, il n'hésita pas à entreprendre à ses frais de lointains déplacements. Jusqu'au terme de sa vie, il demeura fidèle à ces principes, puisque naguère encore nous le voyions effectuer en baie d'Alger des prospections pélagiques à la lumière artificielle, sur les Annélides marines.

Énumérer par le menu les recherches multiples que Ch. Gravier a effectuées, au cours de près de trente-quatre ans d'activité zoologique soutenue, activité qui se chiffre par plusieurs centaines de publications, serait, certes, difficile. Je tenterai seulement d'en exprimer l'orientation générale et l'esprit.

Ses premières investigations personnelles, au laboratoire d'Edmond Perrier, furent tout d'abord consacrées aux vers marins du groupe des Annélides Polychètes. Si, parmi tant d'autres Invertébrés, son choix s'était porté sur ces humbles représentants de la faune marine, c'est qu'ils offrent aux interprétations théoriques sur la filiation évolutive des organismes une base de première importance. Il en commença l'étude par une famille largement représentée sur les côtes françaises, celle des Phyllodociens.

Ch. Gravier remarqua que l'un des traits les plus particuliers de l'organisation des représentants de cette famille consiste dans la

présence, chez les jeunes comme chez les adultes, d'arceaux ciliés dorsaux. Ces arceaux ciliés n'existent d'ailleurs que chez certaines formes considérées comme les plus archaïques. Ils représentent, pour chaque segment du corps, la ceinture ciliée typique que l'on constate chez la forme larvaire fondamentale des vers annelés, la Trochosphère. Les Phyllodociens qui s'apparentent aux Annélides les plus archaïques représenteraient ainsi, des assemblages de larves, ou, selon l'expression même d'Edmond Perrier, des chaînes de Trochosphères.

D'autres caractères primitifs, tels que l'extrême simplicité de l'appareil circulatoire, l'indifférenciation relative du système nerveux central et des glandes génitales caractérisent également l'évolution encore peu avancée de ces Annélides, auxquelles Ch. Gravier consacra son premier grand travail, sa thèse de doctorat.

Cette étude remarquée qui apportait des documents si importants aux conceptions évolutionnistes, quoique restreinte à l'histoire phylogénique des Annélides fut presque entièrement réalisée au laboratoire maritime de Saint-Vaast. Elle fut rapidement suivie d'autres investigations anatomiques très poussées sur la région céphalique des Annélides du groupe des Glycériens; constatant que cette région est divisée en anneaux pourvus chacun d'une ceinture de cils, l'auteur fut ainsi amené à discuter, du point de vue évolutif, la valeur morphologique de ce que l'on nomme la tête chez les Annélides et qui apparait comme un groupe de segments, individualisés.

La plupart des Annélides Polychètes sont des animaux essentiellement marins. Un très petit nombre d'entre elles seulement vivent dans les eaux douces. Gravier put faire connaître quatre nouvelles espèces de ces rares Polychètes adaptées à l'eau douce. En étudiant des matériaux recueillis par Geay en Guyane, à l'embouchure du fleuve Ouanary, il parvient, d'autres part, à surprendre de curieux caractères d'adaptation chez ces singulières Annélides. Dans cet estuaire, se réalise, en effet, comme en un véritable laboratoire, le passage insensible de l'eau de mer à l'eau douce et de celle-ci à la

terre. Les conséquences de cette adaptation de vers marins à l'eau douce sont diverses. Chez certains types (Néréidiens) Gravier constate une accélération embryogénique supprimant les vestiges des organes annexes que fait habituellement apparaître chez les Polychètes l'état de maturité sexuelle. Dans cet état, les transformations morphologiques subies par l'Annélide sont parfois si grandes que l'on ne reconnaît plus le ver initial. Rien de semblable chez les formes d'eau douce; elles ne subissent pas de métamorphose reproductrice appréciable. Chez d'autres formes enfin, appartenant au groupe des Capitelliens, pour la première fois signalées dans les eaux douces, Gravier surprend d'étroites affinités avec les représentants d'un tout autre groupe, celui des Oligochètes, auxquelles appartiennent les vers de terre qui vivent dans la terre humide ou dans l'eau. Les caractères qu'il signale comme terme de rapprochement indiscutables entre ces deux types d'organismes lui semblent ainsi justifier les vues d'Eisig touchant les affinitées spéciales existant entre les Oligochètes et les Polychètes Capitelliens.

Par ces travaux qui nécessitaient une connaissance très approfondie des Annélides et des formes d'Invertébrés voisines, Ch. Gravier s'est désormais acquis une compétence indiscutée de spécialiste. Aussi se voit-il confier par Ed. Perrier l'étude des collections d'Annélides Polychètes recueillies par le Dr Jousseaume et H. Coutière dans la Mer Rouge. Plus de 116 espèces, dont 70 nouvelles, seront ainsi étudiées par lui. Plus tard, il s'attachera de même aux matériaux recueillis par les expéditions antarctiques françaises, formant plus de 70 espèces dont une analyse minutieuse lui permettra de faire ressortir les affinités avec la faune annélidienne magellanique.

Ch. Gravier n'a jamais, pour ainsi dire, cessé de s'intéresser à ce groupe des Annélides qui fit l'objet de ses premières investigations zoologiques et, dans ces dernières années, il leur apportait encore une attention particulière.

Il publiait notamment, en 1928 et en 1934, deux importants travaux sur les Polychètes pélagiques recueillies dans la baie d'Alger et sur

les côtes d'Annam, à l'aide du précieux appareil de L. Fage et R. Legendre pour les pêches à la lumière en surface.

J'ai dit plus haut que Ch. Gravier s'était vu confier par son maître Ed. Perrier l'étude des collections d'Annélides recueillies dans la Mer Rouge. Cette étude devait exercer sur l'orientation de ses futures recherches une influence considérable, en l'amenant à étendre singulièrement le champ de sa spécialisation zoologique. Esprit curieux de toute documentation, tandis qu'il procède, avec sa conscience ordinaire, à une attentive révision bibliographique de son sujet, il est amené à lire les ouvrages des naturalistes qui avaient visité la région où les récoltes des vers marins qu'il étudiait avaient été faites. Depuis longtemps, la Mer Rouge avait attiré l'attention des voyageurs naturalistes, en raison surtout de l'abondance de ses bancs de coraux. Dès 1742, un zoologiste scandinave, Forskal, publiait une relation spéciale sur ces récifs coralliens. A lire les descriptions enthousiastes que leur consacrent Darwin, Dana, Haeckel surtout, Gravier conçoit le désir d'aller lui aussi sur place, contempler le monde merveilleux des Polypes coralliaires, en action sur les bancs. C'est en 1903 que son projet d'exploration prend corps d'une façon décisive. Ce voyage surviendra à point pour atténuer les effets d'une assez rude déception de carrière, qu'il vient précisément d'éprouver lors de la nomination d'un nouveau titulaire, L. Joubin, à la chaire de Zoologie du Muséum. Ch. Gravier choisit pour lieu principal de ses investigations la Côte des Somalis et la baie de Tadjourah, dans le Golfe d'Aden, baie placée en quelque sorte dans une position intermédiaire entre la Mer Rouge et l'Océan Indien.

Dans cette baie parsemée de récifs coralliens, tantôt submergés, tantôt émergeant en palissades déchiquetées, pour la première fois lui apparaît ce monde marin tropical aux aspects si variés, où la vie s'exprime de façon à la fois si diverse et si intense. Un tel spectacle est bien fait pour détourner son esprit des préoccupations mesquines de la vie ordinaire et le transporter d'admiration. Rien de plus expressif, de plus superbement saisissant que le tableau brossé

par lui de ces récifs où vivent les Polypes corralliaires, « dans des conditions idéales de calme et de tranparence des eaux, de température et de lumière, dans un pays de beau temps perpétuel où l'implacable soleil éclaire un ciel immuablement bleu... » : « C'est sans nul doute — écrit-il — dans les récifs de cet ordre que la vie, à l'époque actuelle, se manifeste avec le plus d'intensité. Aucune description ne peut faire connaître la variété, l'élégance, la délicatesse de ces colonies de Madréporaires, ni la singularité des formes, la diversité de teintes des hôtes innombrables des récifs, ni la vie débordante, apparente ou cachée, qui pullule en tout point à l'intérieur et tout autour de ces associations animales ». Dans les intervalles des récifs existent de grands espaces couverts de Millépores, en forme de palissades serrées dont la crête seule est vivante. « L'uniformité de ces champs de Millépores, de teinte sombre, funèbre, où l'on ne voit circuler que de rares poissons, fait l'impression d'un cimetière à côté de la cohue si variée, si brillamment colorée qui s'agite dans le récif vivant à côté ».

Les aspects les plus bizarres traduisent la plasticité déconcertante de ces organismes coralliaires. Gravier s'efforce de pénétrer dans le détail de la vie cachée des colonies de Madrépores, accumule observations sur observations ; il constate et décrit les effets d'une âpre lutte pour l'existence qui se joue au sein des récifs. Les formes encroûtantes triomphent peu à peu des formes arborescentes ou massives en les recouvrant de leur nappe calcaire. Les Polypes coralliaires ont également à lutter contre une foule d'organismes commensaux ou parasites qui s'insinuent dans l'intimité des colonies, pour vivre à leurs dépens ; mais parfois l'intrus, saisi dans la gangue calcaire, y trouve à la fois son gîte et son tombeau.

A côté des Madréporaires, vivent également dans la baie de Tadjourah des Polypes Octocoralliaires ou Alcyonaires, dont Ch. Gravier recueille et étudie une douzaine d'espèces différentes. Chez une d'entre elles, le corps se montre parsemé d'Algues unicellulaires qui semblent témoigner d'une étroite association symbiotique entre le vé-

gétal et le Polype. Cette association paraît effectivement offrir un caractère constant et héréditaire, puisqu'elle s'établit d'une façon très précoce dans les ovules mêmes, avant qu'ils n'aient abandonné l'organisme du Polype mère.

De son premier contact avec les récifs coralliens de la Mer Rouge, où il a séjourné de Janvier à Mai 1904, Ch. Gravier rapporte, avec nombre d'observations précieuses, un ensemble de près de 700 espèces d'organismes divers, dont 130 inédites qui vont enrichir les collections de notre grand Musée National.

Dès son retour, Gravier s'attache tout d'abord à achever, à l'aide des matériaux qu'il a pu lui-même recueillir, la publication d'une importante étude de Systématique générale sur les Annélides Polychètes de la Mer Rouge. Cette belle monographie, parue dans les Nouvelles Archives du Muséum en 1908, comme conclusion d'une longue série de publications antécédentes, est une œuvre de haute envergure; l'auteur y donne la mesure de ses connaissances approfondies du groupe, en précisant les caractères et les affinités de 116 espèces d'Annélides différentes, réparties en 22 familles.

C'est un peu plus tard, en 1911, que verra le jour son beau Mémoire, paru dans les Annales de l'Institut Océanographique, sur les Récifs de Coraux et les Madréporaires de la Région de Tadjourah, lui-même précédé (1908) d'un mémoire sur les Alcyonaires de la même région.

Ne convient-il pas de faire observer que cette fructueuse moisson de documents zoologiques et océanographiques a été recueillie avec des moyens infiniment restreints. Gravier a dû sacrifier à son voyage et à ses prospections la plus grande part de son modeste traitement d'assistant au Muséum; mais les hautes satisfactions que le naturaliste a retirées de ses fatigues et de ses sacrifices, le souvenir inoubliable de ses premiers contacts avec la nature africaine ne vont pas tarder à l'inciter à une nouvelle expédition. Il la tentera également avec ses propres moyens et à ses frais.

Cette fois, c'est l'Ile de San Thomé, dans le Golfe de Guinée, qui

va retenir l'attention du voyageur. Les maladies qui sévissent sur les plantations diverses de la « perle des colonies portugaises » orientent en 1906 son voyage dans cette région de l'Atlantique si opposée à la précédente. Elle va lui réserver de nouvelles surprises, de nouvelles découvertes biologiques et océanographiques.

Tandis qu'à la demande des agriculteurs locaux il étudie les insectes ravageurs et les maladies multiples qui sévissent sur les plantes cultivées, Gravier ne néglige pas d'explorer attentivement la côte, les parages de l'Ile et ceux de sa voisine, l'Ile du Prince.

Il n'avait jusqu'alors jamais été question de l'existence de Polypes coralliaires au voisinage des Iles du Golfe de Guinée. De grands naturalistes, tels que Darwin ou Dana, estimaient impossible la vie des Coraux sur les Côtes de l'Afrique Occidentale, en raison de conditions hydrographiques défavorables. Pourtant, à sa grande surprise, Ch. Gravier recueille en abondance des débris de coraux sur les grèves. Ils constituent le principal aliment des fours à chaux insulaires. Une exploration attentive ne tarde pas, en effet, à lui révéler l'existence, sur les parages de San Thomé et de l'Ile du Prince, de véritables coraux de récifs. Il existe donc dans ces régions aussi, des Madréporaires; ils se développent en colonies submergées dont l'importance et les dimensions sont évidemment moindres que celles des beaux récifs de la Mer Rouge. Mais leur intérêt n'est pas moindre puisqu'ils révèlent à l'étude des affinités inattendues avec les formes de Coralliaires qui peuplent la Mer des Antilles. Gravier est alors amené à penser que des récifs constamment immergés doivent relier à travers l'Océan Atlantique tropical la faune des Madrépores du Golfe de Guinée à celle des Antilles.

Ces constatations nouvelles, de grand intérêt biogéographique, firent l'objet de nouvelles publications; en particulier, en 1910, un Mémoire paraîtra aux Annales de l'Institut Océanographique, sur les Madréporaires des Iles San Thomé et du Prince, où Gravier fait connaître six espèces différentes de coraux du Golfe de Guinée.

A ces études diverses sur les Madrépores qu'il a pu recueillir ou

observer personnellement, soit à la Mer Rouge, soit aux Iles portugaises de l'Atlantique tropical, Gravier ajoutera plus tard divers Mémoires descriptifs consacrés aux Madréporaires recueillis par les Expéditions du « Pourquoi Pas ? » ou lors des campagnes scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco.

Dans le vaste embranchement des Cœlentérés auquel appartiennent les Coralliaires, Gravier devait être également amené à bien d'autres observations d'importance, en étudiant, avec la compétence qu'il s'était acquise, les matériaux qui lui furent confiés par d'autres voyageurs. C'est ainsi qu'il put faire connaître une Actinie Cérianthaire recueillie par Diguet sur les côtes de Californie et qui offre la curieuse particularité de demeurer flottante et pélagique à l'état adulte, au lieu de se fixer en profondeur comme le font habituellement les formes adultes des Cérianthes. Ce type intéressant conserve donc à l'état mûr et sexué les habitudes des larves flottant en haute mer: c'est un phénomène typique d'accélération embryogénique.

Parmi les problèmes qui, vers la fin du siècle dernier, passionnèrent les biogéographes et les zoologistes, il convient de citer ceux qu'avait posés la découverte faite par Böhm en 1883, dans le grand lac africain du Tanganyika, d'une Méduse adaptée à l'eau douce. Des recherches diverses avaient été entreprises, dans le but de retrouver, dans les autres lacs de l'Afrique équatoriale et tropicale, cet organisme inattendu témoin d'anciennes communications maritimes. En vain plusieurs expéditions patronnées par le gouvernement Anglais l'avaient-elles recherchée ailleurs: la Méduse fut tout d'abord introuvable en dehors des eaux du Tanganyika. Gravier supposait pourtant qu'elle devait exister dans d'autres régions et ne manquait pas d'attirer l'attention des voyageurs naturalistes qui se rendaient en Afrique, sur cet énigmatique organisme. En 1903, effectivement, il eut la bonne fortune de retrouver plusieurs exemplaires de la Méduse du Tanganyika parmi des matériaux de pêches recueillis par Ch. Alluaud dans le Lac Victoria. Depuis lors, la même Méduse a été retrouvée en différentes parties du bassin du Niger. Gravier qui avait

ainsi contribué à élargir considérablement les connaissances sur la répartition géographique du remarquable Cœlentéré, en a également discuté les raisons. Il a interprété cette vaste dispersion à travers l'Afrique tropicale d'un organisme flottant, adapté à l'eau douce, comme la conséquence même des conditions hydrographiques spéciales du centre africain, où l'absence de ligne de partage accentuée permet la confluence entre les bassins des différents grands fleuves.

Lorsqu'en 1917 Ch. Gravier reçut l'attribution, dans son nouveau service du Muséum, des Collections relatives aux Crustacés, il s'attacha à l'étude de certains types insuffisamment connus, comme les Stomatopodes. Mais ce n'était point là, pour lui, un domaine nouveau de recherches. Il avait déjà, dans nombre de publications antérieures, longuement étudié les Crustacés annélidicoles qui doivent à leur vie endo ou ectoparasite chez les Annélides une déformation du corps parfois si étrangement prononcée. Il fit ressortir à ce sujet, dans un remarquable travail d'ensemble sur ces curieux parasites, que cette déformation morphologique était, chez eux, surtout en rapport non pas avec les conditions plus ou moins internes du parasitisme, chez l'hôte, mais avec la présence ou l'absence chez le parasite d'un appareil fixateur. Il établit, en effet, que lorsqu'un Crustacé parasite est fixé par un suçoir à un point quelconque du corps de l'hôte, il est généralement beaucoup plus déformé que lorsqu'il se meut librement, même dans l'intestin de ce dernier.

Dans ces dernières années, Gravier publia encore plusieurs études sur les formes d'Annélides Polychètes et de Crustacés qui sont pourvues d'une cavité incubatrice dans laquelle les œufs commencent leur développement.

La plupart des autres groupes d'Invertébrés, Spongiaires, Ptérobranches, Entéropneustes, Mollusques, etc... ont également, à des titres divers, retenu son attention. Gravier estimait, avec raison, que, si la multiplicité et la complexité de plus en plus grande des questions nécessite aujourd'hui une spécialisation de plus en plus étroite, de la part du chercheur, le fait ne va pas sans inconvénients cer-

tains du point de vue de la connaissance de l'ensemble. Aussi s'est-il efforcé, en diversifiant le plus possible les sujets de ses recherches, de demeurer constamment en contact avec les différents domaines où rayonne l'étendue des investigations zoologiques. Par la nature et la diversité de ses travaux, par le vaste champ qu'il a su lui-même exploiter, Ch. Gravier s'affirme, sans conteste, comme un Zoologiste classique d'une très grande envergure.

Dans ses multiples études qui se chiffrent globalement à plus de 250 notes ou mémoires, Gravier ne se fait pas seulement remarquer par la conscience, la sûreté des descriptions et des observations, par la remarquable qualité des illustrations — il possédait à merveille la science du dessin et les talents du dessinateur doublaient chez lui ceux de l'anatomiste —; mais son œuvre vaut également par le constant souci de dégager des faits observés les expressions biologiques générales, sans lesquelles la recherche la mieux dirigée demeure sans éclat réel et sans portée. Qu'il s'agisse de retracer, dans un groupe donné d'êtres vivants, les modifications évolutives et la filiation des espèces, de surprendre les effets de leur adaptation à un milieu spécial par les variations du comportement ou de la structure, constamment l'interprétation synthétique, dans les travaux de Ch. Gravier, s'efforce d'animer les faits observés, tout en demeurant dans les limites qui sont imposées par l'observation simple. Cette tournure d'un esprit cultivé ne peut qu'être infiniment précieuse au naturaliste observateur, parce qu'elle lui permet de s'élever, par les seules voies de l'analyse morphologique, jusqu'aux grandes formules de la science de la Vie. C'est ainsi que les phénomènes de tachygénèse ou d'accélération embryogénique, en particulier, interprétés par Gravier, au jour des doctrines sur l'hérédité et l'acquisition des caractères, n'ont jamais cessé de retenir son attention comme éléments notoires de transformation spontanée des organismes. Ces processus d'accélération, qui se manifestent aussi bien dans le monde végétal que chez les animaux, s'expriment par la production de plus en plus rapide, au cours du développement des embryons, des caractères suc-

cessivement acquis par les adultes. Mais alors que l'hérédité est habituellement conçue comme une force essentiellement conservatrice, comme un instrument aveugle de transmission de la forme des êtres à leur descendance, la propriété d'accélérer les phénomènes embryogéniques fait de cette force une source constante de modifications.

Les vues synthétiques que Ch. Gravier a exprimées sur la tachygénèse, dans le Mémoire célèbre qu'avec Ed. Perrier il consacra à ce phénomène, si général dans le monde vivant, témoignent de son esprit de coordination en même temps que de sa vaste érudition.

De quelque point de vue qu'on se place pour en apprécier la nature, l'œuvre de Ch. Gravier apparaîtra toujours marquée des plus belles qualités de science et de conscience. Cette œuvre n'est-elle pas elle-même l'image fidèle d'une vie d'homme de bien, toute remplie de l'amour du travail et parée des dons les plus précieux de modestie, d'enthousiasme, de sensibilité, de désintéressement?

INAUGURATION DE LA STATUE

DE

LAZZARO SPALLANZANI

Correspondant de l'Académie des sciences,

à L'UNIVERSITÉ DE PAVIE,

le mardi 11 avril 1939.

DISCOURS DE M. MAURICE CAULLERY

Membre de l'Académie de sciences.

ALTESSE ROYALE (1),

MONSIEUR LE RECTEUR,

MESDAMES,

MESSIEURS,

Il y a un mois à peine, à Paris, j'avais l'occasion, mélancolique pour moi à certains égards, de confronter deux cérémonies auxquelles j'avais pris part, à cinquante ans de distance: l'une, quand j'étais jeune étudiant, était l'inauguration de l'Institut Pasteur, le 14 Novembre 1888, en présence de Pasteur lui-même; l'autre, le 15 Mars dernier, la cé-

(1) S. A. R. le prince Adalbert de Savoie-Gênes, duc de Bergame.

lébration du cinquantenaire de cette fondation. Et si je les rappelle ici, c'est que la personne de Lazzaro Spallanzani s'y trouve associée. En effet, dans l'appartement qui lui était réservé et où il a vécu ses dernières années, de 1888 à 1895, Pasteur avait fait placer, sur la cheminée de la salle à manger, un grand portrait en pied de Spallanzani, faisant face à son propre portrait. Les deux effigies sont toujours à leur place, unissant ainsi visuellement ces deux grandes figures de la Science, qui, à un siècle de distance, se sont penchées sur les mêmes énigmes de la Nature et ont si puissamment contribué à les déchiffrer. Spallanzani et Pasteur resteront toujours deux maîtres hors de pair dans le maniement de la méthode expérimentale et l'hommage rendu par le second à son aîné, en en faisant comme le témoin de sa propre vie, m'a paru digne d'être mentionné en cette circonstance.

Messieurs, j'apporte, pour ma part, à cette cérémonie, l'hommage de l'Académie des Sciences de Paris, dont votre illustre compatriote était correspondant; celui de l'Université de Paris, à laquelle il aurait pu être rattaché, puisque, sous le Directoire, une proposition lui avait été faite de venir occuper une chaire à Paris, et enfin celui de l'École Normale Supérieure, qui, par son rôle social, n'est pas sans rappeler le collège Ghislieri, où vous m'avez réservé une si agréable hospitalité. Les travaux de Spallanzani ont été glorifiés déjà à maintes reprises et d'autres voix viennent de le faire encore. Je voudrais seulement tirer de son œuvre un enseignement d'ordre général et philosophique, en marquant, d'une part, comment il a réussi à devancer son temps, et comment, d'autre part, l'état des connaissances à son époque, les idées qui y dominaient les esprits les plus éminents et qu'il confrontait constamment avec les siennes propres, l'ont parfois empêché de tirer de ses résultats expérimentaux toutes les conclusions que la logique suggérait. N'est-ce pas la façon la plus synthétique de juger un grand homme de Science, que de préciser dans quelle mesure il a été en avance sur son temps, tout en en étant malgré tout le prisonnier?

Spallanzani était bien un homme de son temps, de ce XVIII^me^ siècle, si fécond pour le développement de la pensée moderne, l'aurore et la préface du XIX^me^, où toutes les Sciences ont pris un si formidable essor. Il en était déjà l'expression par sa vaste culture, alors qu'une étroite spécialisation ne s'imposait pas comme aujourd'hui: il a débuté par des travaux sur Homère; il s'est occupé de physique, de chimie, de géologie et surtout de vulcanologie, de zoologie et de botanique; mais sa gloire est essentiellement d'avoir su pratiquer la méthode expérimentale dans le domaine si complexe et alors encore si peu exploré des phénomènes de la Vie. C'est ainsi que son nom s'inscrit au livre d'or de la Science, à la suite de celui de Réaumur, et qu'il précède Lavoisier, Claude Bernard et Pasteur.

Dans le cadre de la physiologie, qui ne devait se développer vraiment qu'au XIX^me^ siècle Spallanzani a expérimenté, avec précision et succès, sur la circulation du sang, sur la digestion, sur la respiration, où il a compris immédiatement la valeur et la portée des conceptions de Lavoisier. Nous le voyons aussi analyser expérimentalement les processus de la régénération et ceux de la réviviscence. Mais je ne m'arrêterai que sur deux grandes questions, où ses recherches ont été particulièrement remarquables et fécondes: celles sur les animalcules des infusions et celles sur la génération.

L'emploi du microscope avait révélé, au début du XVIII^me^ siècle, tout un monde nouveau d'animalcules très petits et très simples, qu'on voyait apparaître et pulluler, de façon constante, en dehors de toute intervention, au contact des matières organiques abandonnées à elles-mêmes dans l'eau. En l'absence de données précises sur leur reproduction, on attribua leur formation à une génération spontanée. L'abbé Needham et, à sa suite, Buffon, formulèrent toute une théorie, suivant laquelle des molécules organiques, présentes partout, s'associaient suivant des moules déterminés pour réaliser spontanément ces animalcules. Spallanzani, par des expériences méthodiques, a fait justice de ces conceptions arbitraires. Il a montré que les animalcules des infusions proviennent de germes importés du dehors et qu'on empêche leur apparition en chauffant convenablement les infusions

et les soustrayant au contact de l'air et par suite des germes que celui-ci contient. Spallanzani a donc réfuté expérimentalement la prétendue génération spontanée et il a été ainsi le précurseur de Pasteur, qui devait, un siècle plus tard, faire définitivement justice des mêmes erreurs, reprises avec des arguments nouveaux, par des expériences aussi simples que décisives et dont les conséquences ont conduit aux immenses applications que tout le monde connaît. Le nom de Spallanzani est donc associé dans l'histoire de la Science à celui de Pasteur et son mérite est immense d'avoir su, dans l'état si imparfait des connaissances de son temps, discerner la vérité, et la prouver. Il s'est montré ainsi un grand expérimentateur et un esprit devançant largement son époque.

Dans le problème de la génération, Spallanzani a manié avec la même maîtrise la méthode expérimentale, mais cependant sa vision a été partiellement obscurcie par les conceptions régnantes. Le XVIII^me^ siècle vivait encore, pour une bonne part, sous le signe des conceptions d'Aristote, aux termes desquelles c'est la femelle qui fournit le germe proprement dit, le mâle ne faisant qu'animer celui-ci, en lui apportant le souffle vital. A la vérité, la découverte, par Leuwenhoek, des spermatozoïdes, des animalcules spermatiques, comme on les appelait, avait ébranlé cette conception. Naturalistes et philosophes s'étaient partagés en ovistes et spermatistes; les uns voyant dans l'élément femelle, les autres dans l'élément mâle, le germe proprement dit. Deux autres conceptions s'étaient, de façon parallèle, associées aux précédentes: suivant l'une, l'embryon se réalisait progressivement, par épigenèse; suivant l'autre, il était réalisé complètement dès l'origine, tout en restant invisible; on donnait à cette conception le nom d'évolution et elle entraînait presque fatalement celle de l'emboitement des germes, qui, poussée à l'extrême, déclarait tous les individus des générations successives réalisés depuis l'origine et emboités les uns dans les autres. A la vérité, il manquait au XVIII^me^ siècle, la connaissance réelle du véritable germe, l'œuf, et une notion capitale, qui n'allait s'introduire qu'au milieu du

XIX^me siècle, celle de la cellule et de la structure cellulaire des organismes; Spallanzani et ses confidents scientifiques, dont les plus éminents étaient le physiologiste Albert de Haller et Charles Bonnet, se rattachaient aux conceptions de l'ovisme et de la préformation. Il a fallu un siècle et demi pour que les processus fondamentaux de la formation du germe et la nature unicellulaire de l'œuf soient définitivement établis. Les travaux de Spallanzani constituent, dans cette longue histoire, une étape importante et elle aurait pu, sur la base des faits expérimentaux, être beaucoup plus décisive et hâter considérablement le progrès. Qu'il me soit permis seulement de mettre en valeur la sagacité de Spallanzani, en choisissant pour animaux d'expériences les Batraciens, Grenouilles et Crapauds, la précision et l'enchaînement de ses expériences elles-mêmes, véritable modèle de méthode expérimentale, telle qu'on la pratique de nos jours. Il prouve que le contact de la liqueur séminale est indispensable au développement des œufs, qu'il ne s'agit pas d'une action à distance, ni de rien qui s'apparente à un souffle vital, — une *aura seminalis* comme on disait, — qu'on peut diluer presqu'à l'infini la liqueur séminale sans lui enlever ses propriétés fécondantes; par contre, que celles-ci sont supprimées si on la chauffe au-delà d'un certain point, ou si on la dessèche, ou si on lui fait traverser un filtre; qu'enfin, dans ce dernier cas, en reprenant par l'eau la partie restée sur le filtre, la liqueur obtenue est de nouveau fécondante. D'autre part, il a bien vu les spermatozoïdes ou animalcules spermatiques: les phénomènes sont si bien analysés que Spallanzani en déduit la possibilité de réaliser la fécondation artificielle chez la Chienne, en injectant dans les voies génitales femelles, la liqueur séminale du mâle, recueillie dans une seringue et il réalise effectivement cette fécondation artificielle.

Pour tout esprit réfléchi, et, à plus forte raison, pour un expérimentateur de la valeur de Spallanzani, la conclusion résultant de ces diverses constatations s'impose: ce sont les animalcules spermatiques qui sont l'agent effectif de la fécondation. Cependant, — et c'est là que Spallanzani est prisonnier des conceptions de son époque et ne sait pas s'en dégager, — non seulement cette conclusion ne se pré-

sente pas à son esprit, mais il l'écarte formellement, parce qu'elle va à l'encontre d'idées a priori que Haller et Bonnet partagent et renforcent chez lui, idées qui dénient, par avance, tout rôle aux spermatozoïdes et méconnaissent la nature du germe femelle. Ces œufs tangibles que pond la grenouille, sur qui Spallanzani expérimente si correctement, il les appelle des *fœtus*, parce que, pour lui, l'embryon doit y être déjà réalisé par avance et l'action de la liqueur séminale ne peut être que d'amener la manifestation de l'embryon préformé. En 1824, cinquante et quelques années après Spallanzani, à Genève, Prévost et Dumas referont les mêmes expériences et, cette fois, en formuleront la conclusion exacte, à savoir que les spermatozoïdes sont les vrais agents de la fécondation. Encore n'entraîneront-ils pas la conviction de tous, puisqu'un expérimentateur de grande valeur, comme Dutrochet, la contesta.

Je n'ai pas évoqué cette défaillance de la logique pour diminuer l'énorme valeur qu'ont les recherches expérimentales de Spallanzani sur la génération, surtout quand on se reporte à l'époque où elles ont été effectuées, mais parce qu'il me semblait philosophiquement intéressant de replacer l'homme dans son ambiance et d'analyser dans quelle mesure il a su s'en dégager. On voit, par cet exemple, combien les esprits les plus vigoureux subissent, à leur insu, l'influence des conceptions dans lesquelles ils ont vécu. Mais la mesure de leur mérite est dans les progrès positifs qu'ils ont réalisés et dans la méthode qui leur a permis de les obtenir.

Spallanzani est incontestablement une des grandes figures de la biologie moderne, un des créateurs et des maîtres de la méthode expérimentale dans le domaine des sciences de la Vie. La statue à l'inauguration de laquelle je suis particulièrement heureux de participer, avait sa place comme marquée dans l'une de ces cours, à coté de celle d'Alexandre Volta et d'autres grands ouvriers de Science qui ont illustré l'Université de Pavie.

FUNÉRAILLES

DE

MAURICE D'OCAGNE

Membre de l'Académie des sciences

à PARIS

le lundi 26 septembre 1938.

DISCOURS

DE

M. MAURICE DE BROGLIE

de l'Académie Française

Membre de l'Académie des sciences

Maurice d'Ocagne, membre de l'Académie des Sciences, professeur de géométrie à l'École Polytechnique, ancien professeur à l'École des Ponts et Chaussées appartenait à une ancienne famille normande dont on peut suivre la trace depuis le 15e siècle et représentait la cinquième génération d'une branche fixée à Paris.

Entré à l'École Polytechnique en 1880, il en sortit dans le corps des Ponts et Chaussées; bien que ses travaux et ses recherches l'aient entraîné plus tard dans une voie plus abstraite, on peut toujours retrouver, dans les tendances de son esprit, le reflet des connaissances techniques qu'il acquit pendant cette partie de son existence; chez lui, le mathématicien n'avait pas étouffé l'ingénieur.

De 1886 à 1889, détaché à la Marine militaire à Rochefort, puis à Cherbourg, il collabora à l'étude des nombreux travaux d'art que comportent les grands arsenaux maritimes, tant au point de vue des bassins et des travaux hydrauliques qu'à celui de l'organisation militaire des défenses fixes.

Mais, passant ensuite aux services des Ponts et Chaussées de la région Parisienne, il s'est consacré exclusivement à l'enseignement et à des services spéciaux de l'ordre le plus élevé, sans cesser d'appartenir aux cadres dont il devait atteindre les suprêmes échelons.

Collaborateur de M. Lallemand, qu'il devait plus tard rejoindre à l'Académie des sciences, il devint son adjoint au service du nivellement et fut bientôt lui-même, directeur du service des cartes et plans et des instruments de précision des Ponts et Chaussées, poste qu'il conserva jusqu'à sa retraite qu'il prit il y a dix ans comme Inspecteur Général.

A cette carrière administrative, déjà suffisante pour lui assurer un rang éminent dans l'ordre de la plus haute culture scientifique, il ajouta une carrière de professeur et de savant qui devait jeter un vif éclat sur son nom.

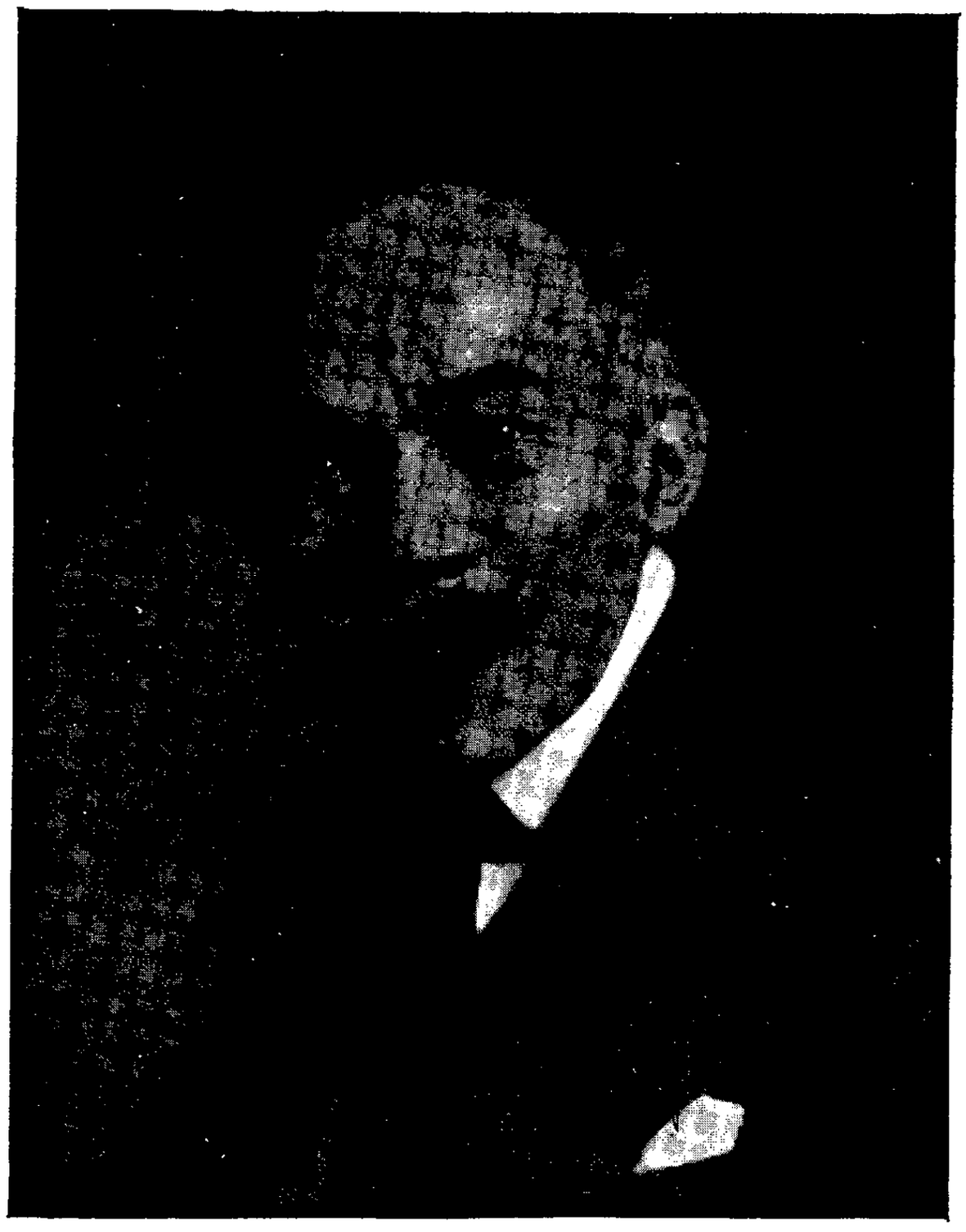
Joseph Bertrand, avait distingué de bonne heure les qualités de son esprit en provoquant son entrée dans le cadre professoral de l'École Polytechnique; il y fut bientôt chargé d'un des enseignements les plus importants, celui de la Géométrie.

Ce n'étaient pas seulement ses travaux professionnels de géodésie qui le désignèrent pour ce poste, mais surtout des recherches de mathématiques pures, un très grand nombre de notes ayant trait à l'algèbre supérieure, à l'étude des courbes et surfaces algébriques et

aux transformations géométriques; M. d'Ocagne en particulier avait été très intéressé par les divers systèmes de coordonnées aptes à représenter les éléments d'un problème et on avait approfondi la théorie d'une façon remarquable; son cours fait également une large place à la géométrie synthétique et aux propriétés infinitésimales des figures.

Son nom restera attaché à un corps de doctrine qui lui doit une grande partie de sa substance; c'est la nomographie, qui comprend l'ensemble des modes de représentations graphiques avec leur application aux problèmes pratiques, science qui s'est révélée extrêmement importante dans presque tous les domaines. Dans ce même ordre d'idée l'étude, la classification, on pourrait presque dire l'anatomie comparée des machines à calculer ont reçu de M. d'Ocagne une impulsion qu'il était presque seul à pouvoir leur donner.

M. d'Ocagne n'était pas seulement un grand mathématicien, un grand professeur et un ingénieur remarquable, la clarté de sa pensée, la beauté de l'expression qu'il savait lui donner, les qualités d'orateur qui le faisaient écouter partout venaient compléter la grande figure qu'il laissera derrière lui. Docteur honoris causa et membre d'un grand nombre de sociétés étrangères, ancien président de la Société Mathématique de France, membre de l'Académie des sciences depuis 1922, il était aussi conférencier, écrivain, vice-président du Cercle de l'Union artistique où il ne comptait que des sympathies. Homme de Foi et de Tradition, c'est un français de grande classe qui disparaît au moment où notre pays va peut-être avoir besoin de tous ses enfants. Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, apporter à Madame d'Ocagne, à sa famille et à ses amis, l'expression de notre douleur la plus profonde et la plus sincère.



PAUL HELBRONNER

1871-1938

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

PAUL HELBRONNER

(1871 - 1938)

déposée en la séance du 6 mars 1939

PAR

M. GEORGES PERRIER

Membre de l'Académie des Sciences.

Paul Helbronner est né à Compiègne le 24 avril 1871. Après de solides études poursuivies à Paris à l'École Monge (devenue aujourd'hui le Lycée Carnot), il entra à l'École polytechnique en octobre 1892, en sortit en 1894 comme Sous-Lieutenant-Élève d'Artillerie à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie de Fontainebleau, où il passa deux ans avant d'obtenir son deuxième galon de Lieutenant. Nous le connaissions alors comme excellent dessinateur,

caricaturiste spirituel, ayant illustré avec verve les programmes de nos réjouissances d'École.

Ceux qui n'ont eu de relations avec lui que bien plus tard, au soir de sa vie, lorsque son pauvre corps était déformé par une horrible maladie, peuvent difficilement se le figurer tel que l'ont connu ses camarades d'École, svelte, apte à tous les exercices du corps, cavalier entraîné et élégant.

L'Artillerie le garda peu de temps. Marié encore jeune Lieutenant à Mademoiselle Hélène Fould, fille du maître de forges de Pompey (près Nancy), il assuma bientôt la direction de cette importante industrie métallurgique, mais cette occupation ne pouvait convenir à son âme d'artiste, à son intelligence éprise des beautés de la nature. Avant et pendant son séjour à l'École polytechnique, l'Alpinisme l'avait attiré. Deux ascensions au Mont-Blanc en 1891 et 1892 l'avaient mis en goût. Il n'est pas téméraire de penser que sa vocation se décida au cours d'une semaine entière qu'il passa en août 1893 à l'Observatoire des Bosses, en compagnie de l'éminent physicien Joseph Vallot, qui avait fondé cet Observatoire trois ans plus tôt. La mince et élégante petite plaquette d'une soixantaine de pages que Paul Helbronner publia en 1894 sur cette prouesse de jeunesse est la première de ses publications qui ont atteint plus tard des milliers et des milliers de pages, des centaines de panoramas.

L'Alpinisme l'entraîna à la Photographie dans laquelle, comme en aquarelle, il devint bientôt un maître, et enfin à la Géodésie. La figuration des Alpes françaises sur les cartes dont on pouvait disposer à la fin du siècle dernier ne satisfaisait pas plus «les alpinistes avides de représentation du terrain à grande échelle que les géographes scrutant dans tous leurs effets les relations des phénomènes géologiques, physiques et climatiques». Les travaux de triangulation exécutés dans les Alpes françaises à diverses époques étaient disparates: travaux des Ingénieurs-Géographes effectués en vue de la Carte de France dite d'État-Major, travaux des Ingénieurs austro-sardes et piémontais effectués avant la réunion à la France de la Savoie et du

Comté de Nice, etc... Le Service géographique de l'Armée n'avait pas encore poursuivi dans ces régions l'exécution d'une triangulation des divers ordres par les méthodes les plus modernes.

Helbronner, possesseur d'une fortune qui le rendait complètement libre de diriger sa vie là où l'entraînaient ses aspirations, fortune accrue par son mariage, conçut alors un projet singulièrement audacieux: Tisser sur l'ensemble des Alpes de notre territoire national des réseaux géodésiques de divers ordres, dans un système homogène, s'étendant du lac de Genève à la Méditerranée, cela à ses frais, indépendamment de toute attache officielle; obtenir ainsi un canevas précis et détaillé sur lequel pourraient s'appuyer les levés ultérieurs des topographes.

Une première campagne comprenant en 1902 des opérations sur le terrain dans la région d'Allevard, en 1903 des calculs au bureau, permit à ce géodésien encore novice d'éprouver ses moyens et de fixer ses méthodes.

Helbronner a poursuivi ensuite son œuvre avec un incroyable acharnement, exécutant pendant la belle saison de chaque année, depuis 1903 jusqu'en 1928, ses observations, le plus souvent en haute montagne, les calculant et les mettant au point entre deux campagnes sur le terrain. Le bilan de ce formidable travail est le suivant: 66 mois sur le terrain, 18500 km² couverts par les triangulations d'ensemble fondamentales, 13000 par celles de détail, 1097 stations au-dessous de 2000 m., 570 entre 2000 et 3000 m., 151 au-dessus de 3000 m. (au total 1818 stations), 9200 (environ) points trigonométriques déterminés, 15500 (environ) clichés photographiques.

Helbronner établit un type de signal solide et durable, excellent pour les observations en montagne. Il prit comme bases de départ les côtés d'un heptagone constitué par 7 sommets appartenant les uns à la triangulation du Dépôt de la Guerre faite en Dauphiné en 1829-1830, les autres à la partie de la chaîne du Parallèle moyen mesurée par les Ingénieurs austro-sardes et piémontais en 1821-1822, préalablement corrigées et compensées par Henri Vallot. Il observa

d'abord avec un grand théodolite réitérateur Brunner à verniers prêté par le Service géographique de l'Armée, puis à partir de 1921, pour les angles azimutaux, avec un cercle azimutal à deux microscopes, spécialement établi pour lui par le constructeur Chasselon, donnant la seconde centésimale par lecture à l'estime sur les tambours des microscopes. La triangulation fondamentale est compensée analytiquement par la méthode des moindres carrés, les points de la triangulation de détail le sont par la méthode graphique de Hatt modifiée par Henri Vallot. L'altimétrie est établie sur les repères du Service du Nivellement général de la France.

La prétention d'Helbronner de refaire la Géodésie des Alpes françaises avait été d'abord accueillie par les sourires sceptiques des spécialistes compétents en la matière. Mais au bout de quelque temps, devant les Notes sur ses campagnes annuelles insérées dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, et surtout après la publication en 1910 du tome I de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*, il fallut bien se rendre à l'évidence: un seul homme, animé d'une foi extraordinaire, consacrant toutes ses forces, tous ses instants, à une tâche gigantesque, allait accomplir une œuvre que seuls des Services d'État fortement organisés, disposant d'un personnel, d'un matériel et de crédits importants, étaient considérés comme capables de mener à bonne fin.

Bientôt l'utilité pratique de l'œuvre ne peut plus être discutée, les données d'Helbronner sont de plus en plus utilisées par le Service géographique de l'Armée pour ses levés topographiques, par l'Artillerie pour l'établissement des Plans directeurs et Canevas de tir des 14e et 15e Régions de Corps d'Armée, pour les travaux topographiques du Service d'Études des grandes Forces hydrauliques du Ministère de l'Agriculture, pour quantité de levés topographiques et photogrammétriques à grande échelle, en un mot pour une foule de travaux officiels ou particuliers.

La 20e campagne d'Helbronner en 1925 mit le comble à sa réputation de géodésien consommé. C'est celle qu'il consacra, au prix de

cinq mois d'efforts sur le terrain, à la jonction géodésique de la Corse au littoral de Provence, pour prolonger jusqu'au Sud de cette île sa chaîne méridienne des Alpes françaises, en lui donnant une amplitude totale de 5° 1' entre Ripaille (rive sud du Lac Léman) au Nord et Pertusato (près Bonifacio) au Sud.

La Corse, à peine devenue française, avait été triangulée pour la première fois de 1770 à 1791. L'Ingénieur-Géographe Tranchot a attaché son nom à ce travail; en 1789-90, il effectua la liaison trigonométrique de l'île avec la Sardaigne d'une part, la Toscane de l'autre; en 1824 parut la première carte topographique de Corse établie sur ces travaux et publiée par le Dépôt de la Guerre. En 1827, le Capitaine Ingénieur-Géographe Adrien Durand, chargé de trianguler la Provence, en vue de la carte d'État-Major au 80.000e, apercevant très distinctement d'un certain nombre de ses stations les sommets de Paglia-Orba (2525 m.) et du Mont Cinto (2710 m.), distants entre eux de 7 km. seulement, put relier la Corse au continent par des triangles fort mal conformés, ayant en ces deux points des sommets très aigus. En 1863, une nouvelle triangulation de la Corse, par les Capitaines Bugnot, Proust et F. Perrier, servit de canevas à une nouvelle carte de l'île, celle d'État-Major au 80.000e. Enfin, de 1884 à 1890, l'Ingénieur-Hydrographe P. Hatt triangula le littoral de l'île pour asseoir des levés hydrographiques.

Les discordances remarquées dans toutes ces triangulations, aussi bien dans les jonctions de la Corse au continent que dans les réseaux couvrant son territoire, rendaient très souhaitables de nouveaux travaux ayant pour objet à la fois la fixation précise de l'île par rapport au continent et l'exécution d'un réseau intérieur servant de canevas à une description géométrique détaillée et exacte.

Plus les triangulations qu'il poursuivait dans les Alpes, en cheminant du Nord vers le Sud, approchaient de la Méditerranée, plus Helbronner se sentait désireux d'attacher son nom à des opérations de cette envergure. Le rattachement de la Corse au littoral de Pro-

vence finit par faire l'objet de ses constantes préoccupations, on pourrait dire de ses rêves.

Une opération exigeant d'aussi longs côtés géodésiques que celle qu'il envisageait et dont la possibilité avait été entrevue autrefois par Arago, avait été tentée et heureusement réussie en 1879, la jonction de l'Algérie à l'Espagne par un quadrilatère géant jeté par dessus la Méditerranée entre les montagnes de la Province d'Oran et les sommets de la Sierra Nevada. Dans cette jonction restée mémorable dans l'histoire de la Géodésie, le Général C. Ibañez pour l'Espagne et le Commandant F. Perrier pour la France, avaient triomphé de difficultés inédites; une des diagonales de leur quadrilatère atteint 270 km., les signaux de nuit, constitués par de puissants projecteurs à arc voltaïque, avaient seuls été visibles et avaient nécessité en chaque station (dont une, le Mulhacen, à 3481 m. d'altitude) l'installation d'une véritable usine. Pourquoi lui, Helbronner, ne renouvellerait-il pas cet exploit entre la France et la Corse, en profitant des progrès accomplis depuis 1879 dans la technique des signaux lumineux à grande distance?

Il fallait se hâter, car une autre opération était envisagée, qui eût rendu moins intéressante la jonction dont Helbronner caressait l'espoir. En 1922, à la première Assemblée générale de l'Union géodésique et géophysique internationale à Rome, l'Institut géographique militaire de Florence, reprenant un projet émis dès 1903, venait de proposer au Service géographique de l'Armée française d'exécuter une liaison entre la Ligurie et la Sardaigne à travers la Corse et de présenter à cet effet un projet établi d'après la carte. Dans une étude plus serrée faite sur le terrain en août 1923, le Lieutenant (aujourd'hui Commandant) Tardi démontra l'inexistence de visibilités acceptées dans le projet italien et proposa un autre enchaînement pour le rattachement envisagé. Il avait fait l'ascension du point le plus élevé de l'île, le Mont Cinto (2710) m.), qui n'avait été stationné dans aucune triangulation antérieure. Cette ascension avait exigé, par une

voie inaccessible aux animaux, six heures d'une escalade pendant laquelle il fallait parfois s'aider des mains.

« Le sommet même du Mont Cinto, déclara le Lieutenant Tardi dans son Rapport, est impropre à l'installation d'une baraque d'observation, et surtout de plusieurs projecteurs grand modèle qui devraient être répartis aux alentours, tant à cause de son étroitesse que de l'amas de rochers qui le constitue. L'occupation du Cinto pour une station importante, exigeant un matériel sérieux, et le séjour d'un détachement en ce point pendant des semaines entières, constitueraient un vrai tour de force, qui ne doit être tenté que si tout autre solution est complètement impossible ».

Ce tour de force, Helbronner le réussit.

Animé d'une foi ardente, il sut la communiquer au Ministre de la Guerre (Général Nollet), au Ministre de la Marine (M. Dumesnil), au Commandant du 15e Corps (Général Mangin), au Préfet maritime à Toulon (Amiral Fatou), au Gouverneur militaire de la Corse (Général Rueff), au Président de la Commission d'Optique et de Télémétrie de Toulon (Capitaine de Frégate Ravel). Il obtint d'eux tous les moyens nécessaires, personnel des Armées de Terre et de Mer, parmi lequel des spécialistes des transmissions optiques, les appareils d'optique, les bateaux et autos pour ses transports, etc.. Les dépenses seules lui incombaient! Le projet de rattachement comprenait 4 stations en France: le Coudon (702 m.), la Sauvette (779 m.), le Mont Chauve d'Aspremont (810 m.) et le Mont Agel (1149 m.) et 3 stations en Corse: le Mont Rotondo (2625 m.), le Mont Cinto (2710 m.) et le Mont Stello (1305 m.). De mai à juillet 1925, l'aménagement de ces 7 stations fut activement poursuivi. Les signaux de nuit furent constitués par des projecteurs de la marine à lampes à incandescence, alimentées, soit par des batteries d'accumulateurs, soit par des piles (à oxyde de cuivre d'un modèle spécial). En Corse, des détachements commandés par des officiers établirent des chemins et des pistes, édifièrent de multiples refuges et abris. Le Lieutenant Tardi avait déclaré le sommet du Cinto impropre à l'installa-

tion d'une station géodésique. C'était exact avec les moyens habituels du Service géographique de l'Armée. Mais ceux dont disposait Helbronner (et qui eussent été certainement refusés au Service géographique) lui permirent d'araser le sommet en le transformant en une plateforme dont l'occupation était possible. Le Rotondo fut stationné du 31 juillet au 13 août, le Cinto du 18 au 29 août, le Stello du 6 au 14 septembre. Les stations continentales durèrent du 20 septembre au 5 novembre.

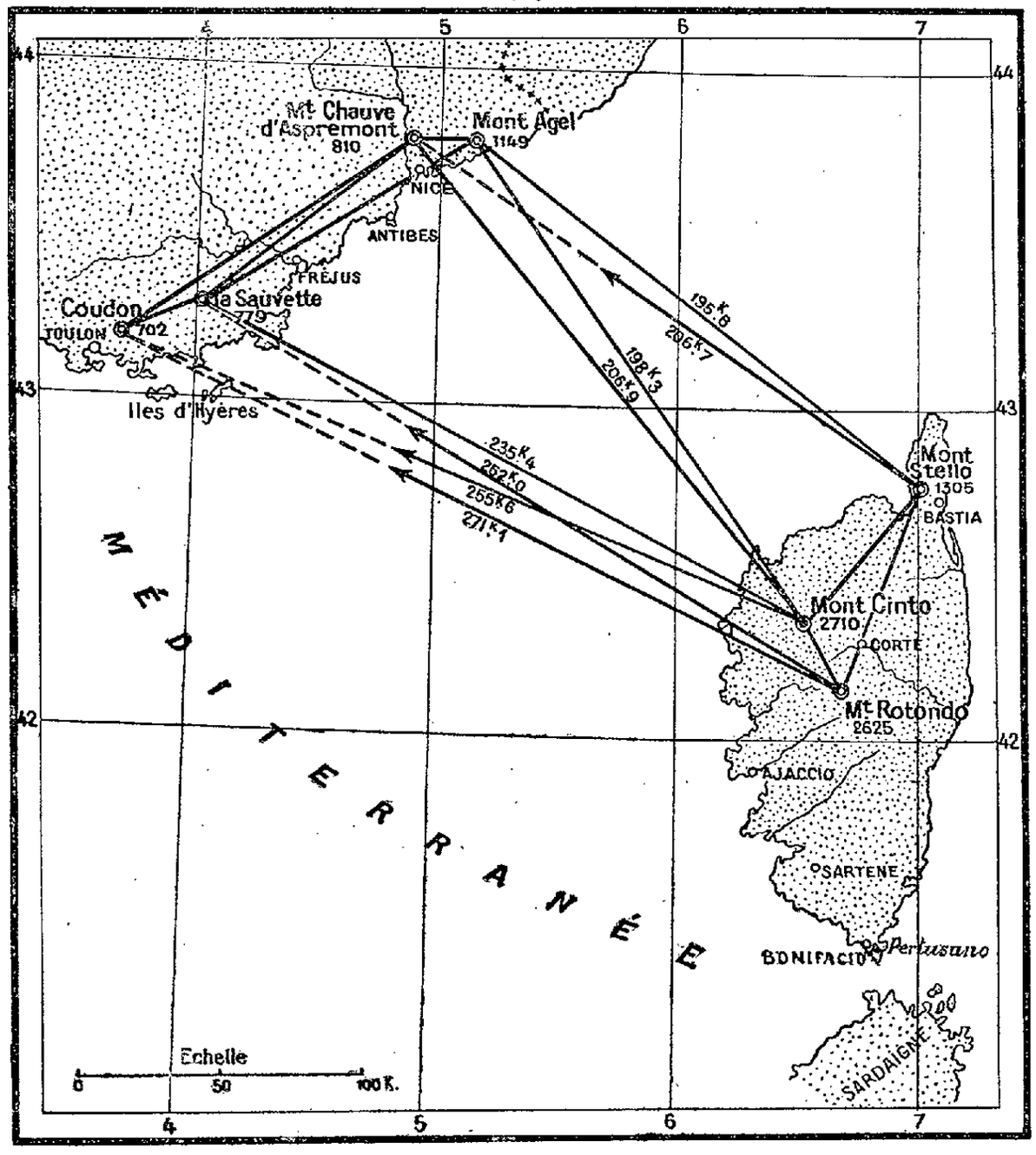
Au début de ses observations, Helbronner avait éprouvé, du Rotondo, l'anxiété qu'avaient connue avant d'apercevoir leurs signaux de nuit, Biot et Arago dans la jonction des Baléares à l'Espagne en 1808, les officiers espagnols et français de la jonction hispano-algérienne en 1879. Comme à eux le succès lui avait donné raison.

Son plus long côté [Coudon-Mont Rotondo] a 271 km. environ, soit à peu près 1 km. de plus que le plus long côté de la jonction hispano-algérienne [Filhaoussen-Mulhacen], (exactement 1128,99 m.). Ces dimensions avaient été, il est vrai, déjà dépassées au début de notre siècle par le « Coast and Geodetic Survey » des États-Unis dans des régions continentales où de simples signaux solaires de jour avaient été visibles à des distances énormes en raison des circonstances climatériques absolument exceptionnelles, qui jamais ne se rencontrent au-dessus de la Méditerranée. Exemples: 350 km. pour le côté [Mount Shasta-Mount Helena] en Californie, 294 km. pour le côté [Mount Ellen-Uncompahgre] dans l'Utah.

La figure de rattachement de la Corse à la Provence ne pouvait se distinguer par la belle simplicité du quadrilatère hispano-algérien. Mais Helbronner, par le souci constant d'y introduire le plus de directions observées possible et par le soin apporté ensuite à la compensation du réseau de jonction, est arrivé à ce résultat remarquable: l'erreur d'une direction finale adoptée, calculée par la formule internationale de Ferrero, n'est que $\pm 0'',57$ sexagésimale.

Durant sa campagne de l'année 1935, avant et après le rattachement de la Corse au continent, Helbronner compléta son œuvre en

exécutant une chaîne méridienne parcourant l'île du Nord au Sud. Il posséda dès lors une triangulation de 1er ordre ininterrompue depuis la rive sud du Lac Léman jusqu'au détroit de Bonifacio.



Il comprit combien ce travail serait plus intéressant au point de vue scientifique s'il pouvait y ajouter des déterminations astronomiques de latitudes et de longitudes. Il en chargea M. Fayet, Directeur de l'Observatoire de Nice, qui, d'août 1924 à juin 1926, opérant avec un récepteur de T. S. F. et un astrolabe à prisme du plus récent

modèle construit par la Société d'Optique et de Mécanique de haute Précision, détermina la latitude et la longitude en 8 stations des Alpes françaises et en 6 stations de Corse. Pour éviter l'emploi d'un récepteur trop compliqué et difficilement transportable, les signaux horaires n'étaient pas enregistrés graphiquement, mais observés à l'oreille par la méthode des coïncidences.

Helbronner put alors procéder à une intéressante étude des déviations de la verticale dans les régions parcourues par ses triangulations. Ensuite, il entrevit la possibilité de prolonger son Arc de méridien, dit des Alpes françaises, au Nord jusque vers Fuglenaes, station norvégienne sur le rivage de l'Océan Glacial Arctique et point astronomique le plus septentrional du fameux Arc de Struve, au Sud jusqu'à Médenine, station astronomique la plus au Sud de la Méridienne de Tunisie.

Profitant des renseignements qu'il trouvait dans les publications norvégiennes, suédoises, allemandes, suisses, françaises et italiennes, ou qu'il demandait aux Services intéressés, il fit procéder au calcul de cet Arc d'une amplitude de 33° 22′ 38″,0 par l'éminent calculateur M. Hasse, et déduisit de ces calculs d'intéressantes considérations sur la manière dont divers ellipsoïdes de référence s'appliquent à la surface terrestre le long de l'Arc considéré.

Bien avant qu'Helbronner eut terminé ses travaux sur le terrain, il entreprit la publication de son œuvre (12 volumes), suivant le plan général arrêté par lui en 1910 qu'il suivit jusqu'au bout sans s'en départir (c'est le tome 9 qui est consacré au rattachement de la Corse à la Provence, à la Méridienne de Corse et à l'Arc méridien des Alpes françaises).

Le tome I publié en 1910 était déjà de dimensions imposantes. Malheureusement, Helbronner se trouva entraîné à employer pour les tomes ultérieurs le même format. Ils devinrent bientôt d'un volume tel que beaucoup d'entre eux sont très difficilement maniables. Ceci est extrêmement regrettable, car lorsqu'on doit les consulter, on

trouve à chaque page des renseignements de toute nature du plus haut intérêt, l'auteur étant un véritable érudit dans toutes les questions géodésiques.

Pendant la grande Guerre, Helbronner utilisa au mieux ses connaissances spéciales.

Dès octobre 1914 c'est-à-dire avant que fut complète la stabilisation du front et avant la création des Groupes de Canevas de Tir aux Armées, attaché à l'État-Major de l'Artillerie du 14e Corps d'Armée, dont les trois Divisions occupaient un front de 25 kilomètres dans la Somme, il réalisa une organisation topographique du tir de cette artillerie qui rendit les plus grands services, transportant son théodolite en plus de 132 stations et ayant cinq officiers sous ses ordres.

Dans la dernière année de la guerre, il fut appelé par le Ministre de l'Armement, sur la proposition de M. Breton, Directeur des Inventions, à créer et à commander une Section d'expériences de Tir en montagne, ayant comme collaborateurs des savants distingués. Il installa sa Section sur la montagne de Prégentil, au-dessus de Bourg d'Oisans, et procéda à des séances d'études de plusieurs matériels spéciaux dont il s'agissait de déterminer les tables de tir aux hautes altitudes.

Dans l'idée que la guerre pouvait se prolonger et que les altitudes des trajectoires étudiées à Prégentil n'étaient plus celles où dans la suite pourraient s'effectuer des tirs aériens, il proposa l'établissement d'un centre beaucoup plus élevé, sur le plateau supérieur du Mont Pelvoux, à plus de 4000 m. d'altitude. Son idée était que ce laboratoire, créé pour les besoins immédiats de la Défense nationale, pourrait par la suite servir au développement de multiples branches de la Science. Ce projet fut abandonné à l'armistice; on peut dire que cet abandon fut un bienfait pour Helbronner car il put continuer à poursuivre son œuvre maîtresse, la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*, sans autre préoccupation.

La jonction de la Corse à la Provence eut un grand retentissement dans le monde scientifique et rendit le nom d'Helbronner populaire. L'Académie des Sciences l'accueillit dans son sein, comme membre libre, le 30 mai 1927.

Madame Paul Helbronner fut aussi heureuse que son mari de ce couronnement de sa carrière scientifique. Elle l'avait sans cesse soutenu et encouragé dans son œuvre, l'accompagnant dans ses campagnes, s'installant l'été au pied des sommets où il stationnait. Malheureusement, elle ne devait pas jouir longtemps de son bonheur. Atteinte d'une grave maladie, elle succomba le 20 octobre 1927, laissant son mari inconsolable. Il lui rendit de touchants témoignages en insérant un beau portrait d'elle en tête du tome 9 de son œuvre et en fondant à l'Académie des Sciences, pour perpétuer son souvenir, un prix triennal « *à attribuer à la veuve d'un savant français dont elle aura aidé la carrière ou prolongé le souvenir, soit en collaborant matériellement à ses travaux, soit en présidant à la publication posthume de ses œuvres* . »

Ce deuil devait assombrir irrémédiablement les dernières années de la vie d'Helbronner. Il sentait les progrès lents mais inexorables de la maladie qui diminuait ses forces physiques sans porter atteinte à son activité intellectuelle. Peu à peu, il fut saisi d'une véritable angoisse à l'idée qu'il succomberait avant de terminer sa publication. Cette crainte le tenaillait sans cesse et il trouvait dans un travail acharné une diversion à sa douleur et à cette terrible appréhension.

Il eut toutefois la joie de mettre la dernière main à son dernier volume quelque temps avant de mourir, non sans avoir beaucoup souffert, le 18 octobre 1938.

Cet homme, qui durant toute sa vie était si orgueilleux de son œuvre et tenait en toute circonstance à ce qu'on lui rendit justice, disparut dans la mort avec une extraordinaire simplicité, refusant tous les honneurs et n'admettant à ses obsèques que sa famille la plus immédiate.

Paul Helbronner a pu ressentir le légitime orgueil d'avoir terminé intégralement, au soir de sa vie, l'œuvre gigantesque qu'il avait si audacieusement conçue dans sa jeunesse. Les géodésiens de l'avenir, en considérant cette œuvre, resteront stupéfaits en constatant qu'elle a été accomplie par un seul homme.

JUBILÉ SCIENTIFIQUE

DE

M. ÉMILE BOREL

Membre de l'Académie des sciences.

A LA SORBONNE,

le dimanche 14 janvier 1940.

DISCOURS DE M. GUSTAVE ROUSSY

Membre de l'Académie des sciences,

Recteur de l'Académie de Paris.

MONSIEUR LE MINISTRE (1),

MONSIEUR ÉMILE BOREL,

MESDAMES,

MESSIEURS,

A la cérémonie jubilaire qui nous réunit aujourd'hui s'attache une signification toute particulière. C'est qu'aussi bien le Maître que nous célébrons cumule les titres à notre admiration et à notre reconnaissance. Professeur insigne, dont l'enseignement fait tout ensemble honneur à l'Université de Paris et à la raison française. Mathématicien éminent devant lequel s'inclinent tous les savants du monde entier. Membre et doyen du Conseil de l'Université de Paris, dont

(1) M. Yvon Delbos, Ministre de l'Éducation Nationale.

l'expérience força toujours, fut-ce la moins spontanée, des adhésions. Et je ne parlerai pas de l'homme politique qui, rue Royale, présida aux destinées de notre Marine; du technicien qui, pendant la précédente guerre dota l'artillerie de son pays de méthodes rapidement utilisables; du journaliste qui multiplie dans la presse quotidienne de Paris et de Province les conseils d'une autorité vaillamment conquise; de l'écrivain enfin qui, dans une langue volontiers imagée, projeta, pour la juste curiosité du public cultivé, tant de clartés sur la portée intellectuelle des principaux thèmes einsteiniens ou sur la valeur pratique, scientifique et philosophique des lois du hasard. Il y a trop, en effet, dans l'homme que nous fêtons aujourd'hui et qui relève de trop de disciplines, et qui déborde de trop de parts nos responsabilités de prise spirituelle.

Je me bornerai donc à saluer Monsieur Émile Borel grand universitaire et à lui apporter les félicitations de l'Université de Paris.

Ce faisant, je n'aurai garde d'oublier quel accueil il me réserva au moment où, non sans appréhension, je prenais place au fauteuil que venait de quitter M. Sébastien Charléty. Des noms illustres, ceux de Gréard et de Liard, de Lucien Poincaré et de Paul Appell, de Paul Lapie, comme celui de l'historien éminent auquel je succédais, me venaient en mémoire et n'étaient pas pour accroître mon audace. Mais un homme parla, au nom du Conseil de l'Université, un homme qui représentait, aux yeux du nouveau Recteur, les plus hautes traditions de notre enseignement supérieur, un homme qui, ici même et ailleurs, au sein du Parlement et du Gouvernement, avait joué un rôle de premier plan.

Monsieur Émile Borel, vous ne saurez jamais assez ce que vos paroles eurent de réconfortant, d'encourageant, d'émouvant pour celui qui, rompant avec la tradition, arrivait au rectorat par les voies, un peu insolites, de la Médecine.

La place tenue par vous au Conseil de l'Université de Paris, je la savais considérable, pour en avoir moi-même pu juger depuis 1932, c'est-à-dire depuis que j'y entrais comme délégué de la Faculté de

Médecine. Je n'ignorais rien non plus de votre impérieuse personnalité. J'avais eu quelquefois l'occasion de vous approcher durant l'autre guerre, dans l'entourage immédiat d'un grand ami commun, le président Paul Painlevé. Vous nous montriez alors comment, avec simplicité et abnégation, un géomètre peut sortir de «son poële» pour se vouer aux techniques dont dépendait la victoire de nos armes, comme plus tard vous nous avez montré avec quelle joie un savant peut retrouver ses hautes spéculations.

Dès 1909 Émile Borel est titulaire d'une chaire de Faculté. Et c'est en 1910 qu'il prendra, pour la première fois, en qualité de sous-directeur de l'École normale supérieure et en remplacement de Tannery, séance au Conseil de notre Université. D'abord professeur de «Théorie des fonctions» à la Faculté des Sciences, il enseignera ensuite le «Calcul des probabilités et de la physique mathématique». En 1921, nous le trouverons assesseur du doyen de la Faculté des Sciences, puis Membre de l'Institut, puis Docteur *honoris causa* de nombreuses Universités et Membre de plusieurs Sociétés savantes étrangères. Tout récemment enfin, nous le verrons siéger au Conseil de l'Ordre national de la Légion d'Honneur.

Partout l'autorité d'Émile Borel s'impose, s'est imposée, s'imposera. Et l'on ne s'étonnera point que la France ait tenu à se faire si souvent représenter par lui à l'Étranger. Aux Antilles, en Grande-Bretagne, en Chine, comme en Amérique du Sud et aux États-Unis, partout il ajoutera au prestige de notre pays.

Que d'activité, que de dons et quelle autorité n'a-t-il point mis au service de notre Université? Dans nos Commissions, à la Section permanente, au Conseil supérieur de l'Instruction publique comme au sein même du Conseil de l'Université, Émile Borel n'a cessé de prendre une part à toutes les questions intéressant notre Enseignement supérieur. Le bon sens, la logique, une fermeté éclairée arment ses interventions. Et les procès-verbaux de nos réunions en témoigneraient si je ne pouvais apporter ici la garantie de ma personnelle expérience. Depuis que j'ai l'honneur de présider le

Conseil de l'Université, je ne compte plus les appels que j'ai faits à sa sagesse, à sa connaissance des hommes et des choses, comme je ne compte plus les pertinentes réponses qui me furent prodiguées. Cette expérience, M. Émile Borel l'a parfaite au cours d'une longue carrière et parmi les milieux les plus divers. Qui ne sait ce qu'il doit à sa fréquentation des poètes, des romanciers et des artistes, des hommes de la magistrature, de l'industrie ou de la finance?

Qui ignore encore de quel secours intellectuel lui fut son mariage avec la fille de Paul Appell, écrivain elle-même, et de haut mérite; hier encore Présidente de la Société des Gens de Lettres.

Il me plait donc d'évoquer ici l'admirable figure de Paul Appell, grand alsacien et grand français, homme de devoir, de tact et d'autorité, dont la vie — il nous le disait en 1927 — fut constamment dirigée par l'amour de la science et de l'enseignement, et par l'amour de son pays. L'œuvre du recteur Paul Appell est trop profondément inscrite dans l'histoire de l'Université de Paris et dans celle de la France pour qu'il soit nécessaire d'en aviver les couleurs. Du moins nous sera-t-il permis de nous incliner avec respect devant elle, comme nous nous inclinons avec une joie émue devant la famille à laquelle s'allia Émile Borel, devant Madame Paul Appell, devant Madame Émile Borel, devant M. Pierre Appell.

Au pays de Descartes et d'Henri Poincaré, de Pascal et d'Hermite, où la raison fait loi, il serait, à plus d'un égard, intéressant d'analyser l'intime démarche d'un esprit comme celui d'Émile Borel. Mais je déborderais, sinon mon plaisir, du moins la tâche qui m'est dévolue au cours de cette cérémonie.

Acceptez donc, Monsieur Borel, que j'arrête ici mon propos et permettez au Recteur, dont vous avez fait un Ami, de saluer en vous le conseiller le plus légitimement écouté de notre Université. Vous avez beaucoup donné à notre Maison: votre talent, votre science, votre esprit d'invention, votre autorité, votre dévouement.

L'Université de Paris, en ce jour jubilaire, et avec fierté se souvient. Par ma voix elle vous salue et vous remercie.

DISCOURS

DE

M. CHARLES MAURAIN

Membre de l'Académie des sciences,
Doyen de la Faculté des sciences de Paris.

MON CHER AMI,

Les souvenirs qui me viennent en foule au moment de t'exprimer les sentiments d'un collègue et d'un ami sont comme encadrés en trois époques.

Voici bientôt un demi-siècle que, entrant à l'École Normale, je la trouvais toute emplie de ta renommée. Ce n'étaient pas seulement tes succès retentissants dans les concours et ta supériorité scientifique qui constituaient cette renommée. Mais tu t'intéressais à tout, et l'on savait pouvoir trouver près de toi les indications et les conseils les plus précieux. Tu voulais bien accueillir cordialement tes conscrits, dont j'étais, et aussi venir spontanément causer avec eux.

Un quart de siècle après, la France était en guerre. Ta carrière et ton œuvre scientifique s'étaient développées de la manière brillante que l'on pouvait prévoir, et ton active maîtrise s'était manifestée en bien des domaines. Aussi quand Painlevé, vers la fin de 1915, créa un Service scientifique de la Défense Nationale, c'est à toi qu'il demanda de le diriger, et tu me fis l'honneur et la confiance de m'y appeler parmi tes collaborateurs immédiats. Là, et dans les hautes situations que tu occupas dans la suite de la guerre, ta pénétrante et

souple intelligence, ta puissance de travail, ta connaissance des gens et des choses, l'autorité de ta personne, te permirent de rendre d'immenses services au pays. L'organisation était alors, est toujours, une question fondamentale, à laquelle tu donnas tous tes efforts, et consacras dans la suite un beau livre.

Dans les postes que tu as occupés pendant ces années de guerre, tu avais eu l'occasion d'acquérir une connaissance encore plus vaste et plus précise des grands problèmes nationaux et internationaux, et la vie publique, qui t'avait toujours intéressé, t'appela, sans pour cela que tu négligeasses ton enseignement ou tes recherches. Au Parlement, dans les grandes Commissions, dans les Cercles Internationaux, au Gouvernement, à la Société des Nations, tu jouas dès lors un grand rôle, qui s'est orienté vers les questions d'un haut intérêt général et humain.

Et voilà que maintenant, après un autre quart de siècle, de nouveau la France est en guerre. Tu ne t'es point contenté du rôle élevé que te permet de jouer sur la scène française et la scène mondiale la situation que tu as acquise. Ton activité toujours jeune s'est reportée aux travaux de jadis. Tu as constitué un puissant centre de recherches de mathématiques, de physique théorique, de statistique et de balistique, avec un grand laboratoire de calculs, qui travaille à plein pour la Défense Nationale, laquelle, dans cette guerre comme dans l'autre, te devra beaucoup.

Le Doyen doit insister sur ce fait que, au cours d'une vie si hautement remplie, tu n'as pas cessé d'accorder tous tes soins à ton enseignement à la Faculté, et à la direction des recherches autour de toi, en même temps que se continuait ton œuvre scientifique. Sorti de l'École Normale en 1892, tu y revenais en 1897 comme Maître de Conférences. En 1909 tu devenais professeur à la Faculté, où tu illustrais d'abord la chaire de Théorie des fonctions. En 1920 tu passais à la chaire de Physique mathématique et Calcul des probabilités; tu développais cet enseignement si important, dont le domaine a été prodigieusement accru par l'orientation de la physique moderne, et

auquel tu as donné une charte par le grand Traité dont la publication s'est achevée récemment. Tu as créé l'Institut Henri Poincaré, grâce à un don généreux de la Fondation Rockefeller dû à ta haute autorité, auquel s'est ajouté un don d'Edmond de Rothschild, et tu as fait de cet Établissement un centre admirable, où se rencontrent les savants et les chercheurs de tous les pays. — Je t'exprime la reconnaissance de la Faculté des Sciences, à laquelle ton enseignement et tes travaux ont apporté tant de prestige et de gloire. Partout dans le monde, comme en France, on trouve de tes élèves, devenus professeurs dans les Universités de leur pays, où tu as souvent été appelé à parler toi-même, et dont beaucoup ont tenu à t'exprimer leur admiration et leur reconnaissance en t'attachant à elles comme Docteur *honoris causa*.

Je n'ai pas qualité pour parler de tes ouvrages scientifiques. Il sera cependant permis au Doyen de citer cette Collection de monographies sur la Théorie des fonctions qui inaugura un genre de publications du plus grand intérêt pour la diffusion des connaissances nouvelles et pour l'enseignement supérieur. Et je ne peux non plus passer sous silence tout ce que tu as fait pour répandre la science et le goût des recherches dans le grand public, cette Revue du mois, tribune où nous fûmes si nombreux à nous grouper autour de toi, cette Collection Scientifique, tes articles dans les journaux scientifiques et dans la grande Presse, tes Conférences, tes discours, œuvre immense et précieuse dans son détail et dans sa diversité.

Cette diversité de ton activité, qui n'a pas exclu sa profondeur en chaque domaine, en est peut-être le caractère le plus admirable. On a peine à concevoir comment, en même temps qu'une grande œuvre scientifique, tu as pu accomplir tant d'œuvres importantes. Sans doute, une intelligence extrêmement vive te permet de pénétrer rapidement les problèmes, mais pour les traiter était tout de même nécessaire un travail prodigieux. Je ne crois pas que tu te sois jamais reposé sans rien faire, et se reposer d'un travail consiste pour toi à en entreprendre un autre. Je me rappelle cette époque de l'autre

guerre où, après un labeur écrasant en de hautes tâches, en manière de repos tu retournas sur le front commander une batterie d'artillerie.

Agrée, mon Cher Ami, l'expression des sentiments d'admiration, de reconnaissance et d'affection que je t'apporte comme Doyen de la Faculté, puisque la confiance de nos collègues et particulièrement la tienne m'ont appelé à ce poste, mais aussi comme ami, comme un ami de longue date. Et permets-moi d'y associer Madame Borel, dont les qualités de cœur, d'esprit et d'action s'apparentaient naturellement aux tiennes, et qui a joué elle aussi en bien des domaines un grand rôle public et humain, en même temps qu'elle était pour toi la compagne et souvent la collaboratrice charmante et dévouée. Qu'elle accepte, comme toi-même, mes vœux fervents pour une longue vie de travail heureux et fécond.

DISCOURS

DE

M. LOUIS DE BROGLIE

Membre de l'Académie des sciences,

Professeur à la Faculté des sciences de Paris.

MONSIEUR LE MINISTRE,

MONSIEUR LE RECTEUR,

CHER MONSIEUR BOREL.

Des voix plus autorisées que la mienne vont célébrer le grand mathématicien et le grand universitaire que vous êtes. On rendra un juste hommage à une œuvre géniale qui a étendu et renouvelé tant de domaines de la science mathématique, notamment en théorie des ensembles, en théorie des fonctions et en Calcul des Probabilités; on louera en vous le professeur qui donne aux jeunes esprits de solides connaissances et qui sait leur inspirer l'enthousiasme sacré pour la recherche scientifique; on montrera le chef d'école aux innombrables disciples et aussi l'administrateur à qui l'École Normale et l'Université de Paris doivent tant. Mon but ici est plus modeste: je voudrais seulement souligner l'éminent service que vous avez rendu à la pensée scientifique Française en provoquant la fondation de l'Institut Henri Poincaré et en ne cessant depuis cette fondation, grâce à votre science personnelle et à vos qualités d'animateur, de développer chaque année davantage la vie de ce nouvel organisme.

Je pense que votre goût pour les idées générales et la tournure philosophique (au meilleur sens du mot) de votre esprit vous avait porté de bonne heure à vous intéresser particulièrement, en dehors

de vos études proprement mathématiques, aux applications de l'Analyse à la Physique et à ces vastes synthèses dites « théories physiques » que l'esprit des hommes tente de construire avec une persévérance inlassable et un succès sans cesse croissant, afin de réunir dans des systèmes logiquement cohérents l'ensemble de ses connaissances sur les phénomènes naturels. Sans doute ce goût spontané fut-il développé chez vous encore davantage par vos profondes études sur le Calcul des Probabilités. Cette branche si particulière des mathématiques, qui fut même considérée par certains éminents géomètres du XVIII[e] siècle comme une sorte d'hérésie scientifique, est devenue dès le siècle dernier un des plus puissants auxilliaires des théories physiques: qu'on se souvienne du rôle qu'a notamment joué le Calcul des Probabilités dans le développement de la Physique moléculaire et dans l'interprétation statistique des lois de la Thermodynamique. Je me rappelle avoir, au cours de mes études à la Sorbonne avant la guerre de 1914, lu avec une véritable avidité le livre que vous aviez écrit sur le hasard où vous exposiez précisément d'une façon saisissante, qui frappait mon jeune esprit, le rôle joué par le Calcul des Probabilités dans le développement des théories physiques. Et ce rôle déjà si considérable alors, on sait combien il a augmenté depuis et quelle importance capitale ont aujourd'hui les lois statistiques dans la nouvelle Mécanique quantique et ondulatoire que les physiciens ont dû développer pour rendre compte exactement et en détail des phénomènes de l'échelle atomique.

Un des moments les plus importants de l'évolution qui vous portait à vous intéresser de plus en plus aux lois statistiques et aux théories physiques fut certainement votre passage en 1919 dans la chaire de Physique Mathématique et Calcul des Probabilités, chaire que tant de savants illustres avaient déjà occupée à la Faculté des Sciences de Paris et à laquelle restait particulièrement attaché le grand nom d'Henri Poincaré. Cet épisode de votre carrière reste lié pour moi à un souvenir personnel que vous me permettrez de rappeler. Pendant le mois de Septembre de l'année 1919, je faisais un

voyage dans le beau et cher pays d'Alsace. Au cours de ce voyage, j'ai eu l'occasion de vous rencontrer et de m'entretenir avec vous, je crois pour la première fois. Je me souviens fort bien qu'à la fin d'un bel après-midi d'été déclinant, au cours d'une promenade au pied des Vosges, vous m'avez appris qu'à la rentrée prochaine, vous alliez occuper la chaire que venait de laisser vacante la mise à la retraite de Monsieur Boussinesq. Aussi peu après, en Novembre, je suis venu prendre place, à l'amphithéatre Chasles, parmi ceux qui écoutaient avec admiration et profit vos belles leçons sur la théorie cinétique des gaz et les applications physiques des lois du hasard.

Votre transfert dans la chaire de Physique mathématique, en même temps qu'elle attirait encore davantage votre attention sur l'importance du Calcul des Probabilités et sur la nécessité de le développer dans toutes ses branches et toutes ses applications, vous amenait à remarquer l'état un peu déficient des études de Physique théorique en France à cette époque.

La France avait pendant longtemps tenu un rôle de tout premier plan dans le progrès des théories de la Physique mathématique. Laplace, Poisson, Fourier, Fresnel, Ampère, Lamé, et plus récemment Joseph Bertrand, Duhem et Henri Poincaré ont laissé dans ce domaine de la science de très grandes œuvres et je n'ai cité que quelques-uns des noms les plus illustres. Mais il y a une trentaine d'années, les études de Physique théorique avaient été en France un peu délaissées. Des théories dont le succès était déjà ancien et incontestable et qui étaient devenues tout à fait classiques dans les pays étrangers, comme la théorie cinétique des gaz ou la théorie électromagnétique de Maxwell, n'avaient pas en France, tout au moins dans l'enseignement, la place qu'elles auraient dû avoir. D'autres théories plus nouvelles, moins solidement établies à cette époque, mais dont on pouvait pressentir déjà toute l'importance pour l'avenir, comme la théorie de la Relativité ou celle des Quanta, étaient souvent systé-

matiquement ignorées. Seul, Monsieur Langevin, au Collège de France, faisait alors place à ces questions dans son enseignement, mais c'était là un centre un peu isolé où les étudiants débutants n'osaient pas toujours se risquer. De ce ralentissement de recherche et d'enseignement, il est résulté que, vers 1920, la France était, il faut l'avouer, très sensiblement en retard, en ce qui concerne la Physique théorique sur plusieurs pays étrangers et notamment sur l'Allemagne. Notre pays se devait évidemment de faire un effort pour retrouver en cette matière la place qu'il avait en partie perdue.

C'est alors que, conscient de cette situation et sentant la nécessité de faire progresser à la fois le Calcul des Probabilités et la Physique théorique en maintenant étroitement liées ces deux disciplines qui se sont si souvent prêté un mutuel appui, vous avez eu l'idée qu'il fallait constituer à Paris un centre particulièrement consacré à leur étude et vous avez poursuivi ce projet avec cette ténacité et ce don d'organisation qui, joints à votre haute compétence personnelle, vous ont permis bien souvent d'être un réalisateur dans le domaine scientifique et dans d'autres. Ayant su trouver en France et à l'étranger de généreux concours, vous avez vu peu à peu votre rêve prendre corps: le vaste bâtiment en briques rouges qui abrite aujourd'hui notre Institut a surgi du sol et lorsque Monsieur Raymond Poincaré eut présidé l'inauguration du nouveau centre qui allait porter le nom de son illustre cousin, vous vous êtes mis immédiatement au travail avec vos nouveaux collaborateurs pour poursuivre le but que vous vous étiez assigné. Et, en même temps que vous rendiez ainsi, comme je vais chercher à le montrer, un service éminent à la pensée Française, vous apportiez à la mémoire d'Henri Poincaré l'hommage auquel il aurait été le plus sensible en plaçant sous son patronage une maison où l'on allait se livrer au culte de la science pure et désintéressée, culte qu'il a si souvent exalté dans ses œuvres.

L'Institut Henri Poincaré, inauguré dans l'automne de 1928, a mené pendant onze ans une existence pacifique et son activité n'a pas tardé à porter de beaux fruits. Rapidement, les enseignements s'y

sont développés, les étudiants Français et étrangers y ont afflué, des séances d'études et de discussions s'y sont organisées: des travaux variés et nombreux y ont été effectués, des thèses de doctorat préparées et soutenues. Nombreux sont aujourd'hui déjà dans toutes les parties de l'Europe et même au-delà des mers les jeunes savants étrangers qui sont venus à l'Institut Henri Poincaré s'initier aux aspects les plus modernes du Calcul des Probabilités ou aux théories les plus récentes de la Physique. Tous sont retournés dans leur pays, j'en ai eu personnellement beaucoup de preuves, ayant acquis à l'Institut Henri Poincaré, en dehors de nombreuses connaissances et souvent de quelque diplôme, une grande sympathie pour les formes à la fois claires et nuancées qui caractérisent la pensée scientifique en France et emportant dans leur cœur un grand amour pour notre pays. Mais, comme il est naturel, les jeunes Français sont aussi venus en grand nombre dans notre Institut: ils y ont effectué des travaux nombreux et souvent brillants et cette pléïade de jeunes chercheurs nous promet, quand des temps meilleurs seront revenus, une ample moisson de belles contributions au progrès scientifique qui feront le plus grand honneur à l'Institut Henri Poincaré et à la science Française.

Tous ces résultats déjà acquis ou légitimement escomptés, c'est à vous, Cher Monsieur Borel, qu'en revient tout l'honneur. Non seulement, c'est à votre initiative que l'Institut Henri Poincaré a dû d'être fondé, mais c'est vous qui constamment depuis onze ans avez guidé et entretenu l'essor de ce jeune organisme. Directeur de l'Institut, vous avez par une action discrète, mais toujours efficace, orienté toute notre activité. Grâce à vous et à de généreux concours que vous avez su provoquer à diverses reprises et même encore tout récemment, l'Institut Henri Poincaré a été non seulement le centre d'enseignement et d'étude que j'ai décrit tout à l'heure, mais aussi la tribune où se sont succédés chaque année d'éminents savants Français et étrangers qui ont accepté d'y venir exposer les derniers résultats de leurs recherches. Et leurs conférences, toujours d'une haute qua-

lité, n'ont pas uniquement profité à ceux qui ont eu le bonheur de les entendre, mais à d'autres aussi car elles ont été presque toutes publiées dans les Annales de l'Institut Henri Poincaré, recueil qui par la valeur des conférences qui y ont paru et par le nom de ses collaborateurs, tous choisis parmi les savants les plus connus du monde entier, est vraiment, je crois, presque unique en son genre. Et c'est là un autre aspect de la grande œuvre que vous avez réalisée à l'Institut Henri Poincaré.

J'ai parlé tout à l'heure avec intention de l'existence pacifique de l'Institut Henri Poincaré: c'est que cette existence pacifique est aujourd'hui suspendue. Depuis quelques mois, de graves et lourds devoirs se sont imposés à tous les Français. Unis devant un danger commun, ils doivent tous, selon leurs moyens, contribuer à la défense de la patrie et au succès de ses armes. L'Institut Henri Poincaré ne s'est pas dérobé à ce devoir. Dans le cadre du Centre National de la Recherche Scientifique appliquée, il a cherché à mettre au service de la Nation en guerre ses compétences et son activité. C'est toujours vous, Monsieur Borel, qui dirigez l'Institut Henri Poincaré ainsi transformé en organisme de la Défense Nationale et ceux qui, comme moi, sont vos collaborateurs dans cette œuvre nouvelle ont pu apprécier une fois de plus cet admirable ensemble de compétences scientifiques, de qualités administratives et d'ardeur animatrice qui vous caractérise et auquel j'ai déjà eu l'occasion de rendre hommage.

Cependant les périodes de luttes et d'épreuves ont toujours une durée limitée. Un jour viendra où, dans la paix retrouvée, l'Institut Henri Poincaré pourra retourner à ses occupations coutumières, revenir au culte de la science pure pour lequel il a été créé. Ce jour là, nous reprendrons ensemble la tâche interrompue et je suis sûr, Cher Monsieur Borel, d'être l'interprète de tous vos collaborateurs de l'Institut Henri Poincaré, professeurs ou chercheurs, en souhaitant que pendant de longues années encore vous fassiez profiter des conseils de votre expérience et de la lumière de

votre intelligence le bel établissement scientifique qui vous doit son existence.

DISCOURS

DE

M. GASTON JULIA

Membre de l'Académie des sciences,
Professeur à la Faculté des sciences de Paris.

MON CHER MAITRE,

Il m'en coûterait d'apparaître aux habitués de nos jubilés mathématiques comme un accessoire rituel de ces réunions. Si je songe au nombre de ceux qui, mieux que moi, auraient pu parler à cette place, au nom de vos anciens élèves, je m'approprierais volontiers le mot d'un souverain oriental interrogé à la cour de nos rois: «Ce qui m'étonne le plus, c'est de m'y voir.» Cependant, dès que j'ai su qu'il vous serait agréable de m'entendre aujourd'hui, j'ai accepté sans balancer.

Bien sûr, j'aurais pu attribuer à quelque humour, cette élection d'une personne déjà exercée à vous porter de désagréables nouvelles, depuis ce jour, dont vous vous souvenez certainement, où je fus sommé par vos amis de m'embarquer dans un taxi, retenu par eux dans l'attente d'une bonne nouvelle, pour venir vous porter l'annonce d'un événement qui avait tourné contre leurs espoirs. La nouvelle désagréable, que je vous déballai d'emblée pour m'en débarrasser,

ne vous démonta pas, et nous passâmes ensuite, si je ne m'abuse, une heure pas trop désagréable qu'accompagna un porto réconfortant.

Donc, j'aurais pu penser que suivant le mot d'Ernest Lavisse, j'avais été choisi pour vous rappeler, sous les fleurs du discours, que l'heure de la retraite allait sonner, et pour vous faire entendre la célèbre parole, faussement attribuée au trappiste: « Frère, il faut mourir. . . »

Mais je suis sûr que, comme Lavisse, vous ne me croiriez pas. Je suis bien sûr que vous vous sentez toujours jeune, parce que, comme lui, chaque nouvelle promotion qui vous arrive vous ranime, parce qu'un des caractères que je vous reconnais, c'est d'aimer la jeunesse.

Alors, parce que vous avez aimé cette jeunesse que vous aviez vous-même choisie et formée dans les années de direction scientifique de l'École Normale dont je parlerai tout à l'heure, j'imagine que vous avez voulu que mission de parler de votre jubilé fut confiée à un des élèves de la première promotion entrée à l'École Normale sous votre direction, et précisément à celui-là dont le nom s'est trouvé associé au vôtre dans un coin de mathématiques que nous avons successivement cultivé.

Sans doute aussi vous avez voulu que celui-là fut le même qui avait déjà attesté, ici ou ailleurs, sa fidélité à d'autres maîtres et la valeur du présent intellectuel qu'il en avait reçu, pour marquer de la sorte que, chez les Français, la fusion d'influences très diverses, peut produire autre chose que des monstres ou des dégénérés. Vous saviez à coup sûr que celui-là n'est pas près d'oublier qui l'a aidé à chausser ses éperons.

Si, enfin, je me recueille, et si j'envisage les circonstances du temps présent, alors je pense que, peut-être, votre élection de ma personne a été guidée par quelque obscure prescience. En choisissant un des survivants de votre première promotion de normaliens, vous avez voulu qu'avec lui, et par sa voix, parlassent ici tous ceux que nous avons laissés aux champs des morts dans l'autre guerre,

tous ceux que vous aviez connus avec leurs visages de vivants et dont quelques-uns vous tenaient au cœur par l'amitié ou par le sang.

Ainsi s'affirme le lien étroit qui nous unit aux jeunes hommes, dont la garde vigilante aux remparts de la cité permet des réunions comme celle-ci, et dont il me semble que l'évocation ne doit pas manquer à l'heure grave que nous vivons.

*
* *

Dans la conjonction actuelle d'orateurs, où chacun considère une forme de votre activité, ma part concernera surtout votre direction scientifique de l'École Normale. Car c'est, il me semble, par vos confrères de l'École Normale et par les entretiens familiers que vous avez eus avec vos élèves, que vous avez exercé sur eux l'influence très profonde dont ils vous sont redevables.

Sans doute, à la Sorbonne, nous suivions, comme tout le monde, votre cours de Théorie des fonctions, et notamment ce cours de 1914 où, en exposant pour la première fois l'ensemble de vos recherches sur la monogénéité, vous avez livré le fil conducteur qui, dès vos premiers travaux, vous relie à Cauchy. Comme chez d'autres maîtres, nous admirions à travers l'élégance de l'exposé, la précision d'un coup d'œil pénétrant qui va au cœur des phénomènes. Et, pour donner un exemple, d'une remarque bien simple portant sur tous les développements possibles de $\frac{1}{1-x}$, nous voyions un peu ébahis, surgir à travers l'intégrale de Cauchy, les développements que Mittag-Leffler venait d'obtenir, pour toute fonction analytique, par de savantes et laborieuses recherches.

Si nous n'avions reçu de vous, que ces leçons, nous aurions gardé de vous, comme de Darboux, l'idée d'une manière de magicien, d'une manière de docteur Faust.

*
* *

Car, c'est bien ainsi que vous apparûtes à un petit bonhomme que j'ai bien connu, un matin de Juin 1911, sous les combles de la Sorbonne. Il y avait là une centaine de candidats de l'École Normale. Un homme grand, tout vêtu de noir, tout barbu de noir, l'œil brillant sous le sourcil noir, allait et venait dans nos rangs, s'arrêtant quelquefois auprès de tel ou de tel, pour suivre par dessus son épaule le progrès de sa recherche. Quand on eut ramassé les copies, j'interrogeai des voisins. Dans le petit cercle des candidats, quelqu'un savait que vous étiez Borel, un champion des mathématiques, un «type pas ordinaire», sur qui couraient les anecdotes les plus saugrenues, pour la plupart fausses, mais dont certaines se sont révélées vraies, comme celle d'après laquelle, tout jeune et tout seul, vous aviez pioché l'Analyse dans Lefébure de Fourcy. On parlait avec admiration de votre passage à Sainte Barbe et au Concours Général. J'écoutais de toutes mes oreilles le récit de ces prouesses et vous m'apparaissiez de plus en plus — ou comme le docteur Faust lui-même — ou comme ce chat si malin, «ce chat qui s'en va tout seul par les chemins mouillés du bois sauvage, en remuant la queue et tout seul, et tous lieux se valent pour lui».

A quelque temps de là, les survivants de l'admissibilité, se présentant devant la porte de la salle E, y trouvaient l'affiche suivante qui les surprenait un peu:

L'examen oral se compose de deux parties:

1) La résolution *par écrit* d'un problème, à effectuer pendant l'interrogation du candidat précédent;

2) Une interrogation au tableau . . .; etc. . .

Effectivement, vous donniez un petit papier, porteur d'une question qu'on résolvait pendant que le précédent sur la liste s'escrimait au tableau. Puis on prenait la craie . . . . et l'on avait bien l'impres-

sion d'être mené par tous les sentiers effroyablement mouillés du bois sauvage....

Je garde un souvenir précis de l'épreuve que je soutins avant de m'avouer vaincu. Un seul problème, dont nous fîmes le tour, et chaque fois que vous m'aviez fait trouver quelque nouveauté, sans répit vous me traîniez ailleurs. Questions rares, mais insidieuses, quelques mots jetés pour éclairer, jusqu'à cette dernière question qui me fit bien réfléchir avant de vous déclarer, désespéré, en posant la craie, que je n'y voyais plus rien. Mais à ma stupeur, de cette lutte renouvelée de celle de Jacob avec l'Ange je ne sortais pas boiteux; vos yeux s'illuminaient pour un sourire cordial, et vous m'affirmiez d'un air convaincu que «je n'étais pas forcé de tout savoir.»

Docteur Faust, vous dis-je, d'autant plus que ce cher Monsieur Cor, mon professeur, m'interrogeant ensuite sur les péripéties de l'examen, se réjouissait d'apprendre que j'étais resté, pour finir, complètement sec, puis revenait rayonnant d'un entretien avec vous sur l'impression que vous aviez gardée.

*
* *

Devenus vos pupilles par notre entrée à l'École, nous apprenions à vous mieux connaître.

Dans des conférences plus ou moins à bâtons rompus, tout en nous interrogeant sur le Cours de notre bon et cher Maître Monsieur Goursat, vous nous promeniez aux limites de l'Analyse classique, en nous informant des possibilités, déconcertantes pour nos jeunes intuitions, que révèle la théorie des ensembles. Mais, pour ne pas nous effaroucher, vous nous les montriez sur des exemples très simples, des exemples décimaux. Les jeunes d'aujourd'hui souriraient des précautions que l'on prenait il y a trente ans. Ils le peuvent parce que «l'Introduction à la théorie des fonctions» de Jules Tannery et vos «Leçons sur la théorie des fonctions» ont rendu ces choses familières à tous.

Sans doute, il vous arrivait parfois d'oublier de nous faire traiter des exercices classiques. Peut-être même vous arrivait-il, en entrant à la conférence, de vous demander, comme, dit-on, le faisait Joseph Bertrand sur la place du Panthéon avant d'entrer à l'École polytechnique: « de quoi vais-je bien leur parler aujourd'hui? » Mais à l'École Normale, le canular légendaire, d'après lequel « celui qui prépare le moins et qui est le plus obscur est le meilleur des professeurs », n'est peut-être pas aussi paradoxal qu'on pourrait le croire. Il n'est que de s'entendre. Le travail de recherche opéré par le maître sous les yeux des élèves, à propos des questions simples qui leur sont accessibles, se révèle à la longue très fructueux en tant qu'il participe de la direction d'études plus que du professorat.

Et telle est bien, en définitive, l'impression qu'avec le temps nous rapportions de vos conférences: directeur d'études profondément lucide, de jugement incisif et sûr; direction d'études plutôt qu'enseignement.

*
* *

Cette impression s'affermissait au cours des entretiens particuliers que vous nous accordiez dans votre bureau, pour nous stimuler vers la recherche, pour nous aider de vos conseils.

On sortait de là avec l'impression d'un directeur qui suggère et qui aime à diriger, et on découvrait un goût pour l'orientation des jeunes qui est, il me semble, un trait marquant de votre caractère.

Vous conceviez d'ailleurs largement cette direction, et dans des propos familiers vous la poussiez quelquefois hors des mathématiques; certaines règles de jugement et de conduite, dont la valeur m'apparaît de plus en plus évidente, c'est dans votre bureau que je les ai entendues d'abord, et bien que je n'aie pas toujours été d'accord avec vous, il me plait de souligner la part que vous avez eue

dans la formation du jugement de vos élèves, et jusque dans leur jugement extra-mathématique.

*
* *

C'est aussi dans votre bureau que j'ai vraiment pris conscience de l'importance de votre œuvre mathématique, au cours des nombreux entretiens, bien étrangers à la préparation de l'agrégation, que j'eus avec vous en 2ème et en 3ème année.

La collaboration que vous m'avez alors demandée à plusieurs reprises, pour vous-même comme pour Mittag-Leffler, est pour un jeune homme un bienfait dont il ne peut jamais assez remercier. Elle eut bien des épisodes, certains non dénués d'humour. Elle ne m'a laissé que de bons souvenirs: à vous aussi, je veux l'espérer.

Mais il ne m'appartient pas de porter un jugement sur votre œuvre scientifique. Notre maître commun, Monsieur Picard, dira tout à l'heure, en termes excellents, ce que nous pensons tous sur ce sujet.

A ceux, dont je suis, que vous avez guidés à travers votre œuvre et qui lui doivent une bonne part de leur inspiration, les paroles de notre maître apparaîtront, probablement plus qu'aux autres, comme le jugement même de la postérité; je ne doute pas qu'elle vous assigne une place du premier rang dans notre panthéon mathématique, par l'originalité, par l'étonnante lucidité dont elle témoigne, par les réperçussions profondes qu'elle a exercées sur le développement ultérieur de l'Analyse.

*
* *

Dans notre chère École, qu'une trinité surprenante menait à de hautes destinées, Monsieur Lavisse, tête léonine et cœur bienveil-

lant, chargé d'ans et de gloire, figurait pour nous assez bien Dieu le Père; Monsieur Dupuy, si proche de nous qu'il était presque l'un de nous, merveilleusement compréhensif de notre jeunesse, figurait assez bien la charité inépuisable de Dieu le Fils; quant à vous, mon cher maître, vous nous apparaissiez, ne vous en déplaise, un peu comme le Saint-Esprit.

Mais à l'École Normale, les mathématiciens ne font pas que des mathématiques. Il n'est donc pas étonnant que chez notre directeur scientifique on se soit entretenu de tout ce qui peut intéresser «l'honnête homme». Cela se passait dans votre bureau ou à votre table, car il vous arrivait d'ouvrir votre foyer à l'occasion du passage d'un hôte de marque, ou, tout simplement, parce qu'il vous était agréable de l'ouvrir à tel ou tel de vos élèves que l'événement réjouissait.

J'ai vu chez vous beaucoup de monde: je vous ai vu surtout vous-même, avec Madame Borel auprès de vous. Si j'en étais resté à mon impression du début, je pourrais dire d'un mot que j'ai vu là une manière de docteur Faust qui aurait réalisé son union avec Marguerite. J'ai retrouvé aussi chez vous, parmi tant d'autres, le jeune homme sur qui vous aviez reporté vos puissances d'affection paternelle, l'ami si délicat sous des dehors volontairement rugueux, si serein à la veille même de cette attaque de septembre où il devait disparaître, notre cher Lebeau, ami joyeux de nos canulars et de nos promenades en forêt.

Je connais également de vos élèves, qu'à leur départ pour la grande aventure vous avez généreusement aidés de toutes les manières, et jusque dans le dénuement matériel où les laissait le bouleversement profond que fut la mobilisation de 1914. Ce sont des choses qu'il est juste de dire aujourd'hui, car elles aident à fixer les traits d'un jubilaire, et il n'est pas indifférent que l'on sache qu'un homme assez froid d'apparence, peut être, en réalité, un homme timide, dont la délicatesse sait s'exprimer, à ses heures, en des gestes qui touchent le cœur de ses obligés.

*
* *

Quelle magnifique fraternité en notre École de 1914. A coups redoublés, la mort, en ces mois d'Août, Septembre, Octobre, Novembre 1914, fauchait dans les rangs des fantassins de l'École Normale. Mais, des uns aux autres, parmi les survivants, le lien passait toujours par la rue d'Ulm. Puis la guerre se stabilisa et les survivants, blessés ou non, purent se revoir et retrouver, pour combien de temps!, leurs maîtres devenus leurs amis, qui ne cessaient de trembler pour leurs vies en péril. Le secours spirituel s'organisa vite auprès de nous, et pour beaucoup il se doubla du refuge de l'hôpital 103, où nous retrouvions les familles de nos maîtres parmi nos infirmières. Là encore, vous étiez représenté par Madame Borel, tandis que notre vieil et cher Dupuy, représenté d'une part par Madame Dupuy et par ses filles, représentait d'autre part à lui tout seul le central postal, télégraphique et sentimental, indispensable en ces temps troublés à un tas de pauvres diables plus ou moins isolés.

*
* *

Lorsqu'après la guerre il fallut reconstituer l'École, j'appris que vous souhaitiez faire de moi votre collègue, et votre goût de direction se manifesta une fois de plus par des conseils et une orientation qui appuyèrent efficacement les conseils et l'orientation que me donnaient par ailleurs certains de nos maîtres communs, et surtout le plus illustre d'entre eux, ici présent.

Devenu votre collègue, j'appris à connaître de nouveaux côtés de votre caractère, et notamment la confiance sans réserve que vous accordez à qui vous paraît la mériter et qui est un stimulant extraordinaire pour un maître de conférences à ses débuts; vous me mettiez un peu « à toutes les sauces », mais j'y ai gagné de connaître de

très près tous les élèves de l'École et de m'y faire de bons amis, en sorte que je suis toujours votre débiteur. Par ailleurs, votre porte plus largement ouverte au maître de conférences, je découvris ce fonds d'humour que ne soupçonnent pas ceux qui n'ont pas vécu près de vous.

S'il me fallait maintenant rassembler dans une formule l'impression que je garde de vous, je serais bien embarrassé. Les éléments qui caractérisent votre personnalité sont si nombreux qu'il faudrait un autre Borel pour la résumer avec exactitude et précision.

Je vois cependant dans votre vie des caractères qui lui confèrent une remarquable unité. Ces caractères sont suffisamment nombreux, persistants et précis pour qu'elle m'apparaisse: non pas comme une fonction analytique, charpentée et déterminée, à travers un domaine d'existence très simple, par l'allure qu'elle aurait en une partie infinitésimale de ce domaine; non pas comme une fonction de variable réelle, totalement désarticulée, et dont les valeurs en des parties distinctes du domaine d'existence n'ont aucun rapport les unes avec les autres; mais plutôt comme une fonction quasi-analytique, dont l'allure globale est, bien entendu, toujours déterminée par ce qu'elle est en une partie infinitésimale du domaine d'existence, mais qui est, par ailleurs, si complexe en ses détours et en son domaine, qu'il faudrait une autre fonction de la même classe pour la suivre en tous ses méandres.

*
* *

Les vicissitudes de l'existence sont multiples, l'École normale vous vit partir, un peu las, meurtri par la grande pitié de tant d'élèves disparus. Plus de la moitié de ceux que vous aviez choisis et formés manquaient au retour. On comprend alors la nouvelle orientation de votre vie.

Pour d'autres, ces années d'après guerre furent des années remplies par le travail et par la famille.

Nous n'avons plus jamais retrouvé, mon cher maître, les heures que nous avaient values, à des postes différents, les dix années de notre vie commune à l'École Normale.

Un jeune archicube va nous dire ce que vous avez été pour les générations d'après 1920 et je vais lui céder la parole.

Mais non sans avoir dit ici, que je garde en mémoire fidèlement, comme un souvenir précieux de l'âme, de l'intelligence et du cœur, ces années qu'il m'a été donné de vivre auprès de vous.

ALLOCUTION

DE

M. ÉMILE PICARD

de l'Académie française,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences,

lue par M. ÉLIE CARTAN,

Membre de l'Académie des sciences.

MON CHER BOREL,

Ne pouvant assister à la cérémonie de votre Jubilé, je tiens cependant à vous dire très brièvement en quelle haute estime vos Confrères de l'Académie des sciences tiennent votre œuvre scientifique si profonde et si pleine.

Qu'il s'agisse d'Analyse ou de Géométrie, le mathématicien pur travaille en artiste et en poète dans le monde des nombres et des formes. L'idée de fonction, c'est-à-dire de dépendance entre plusieurs

grandeurs, constitue le principal objet de l'Analyse. Il a fallu longtemps avant qu'on se rendit compte de l'étendue extraordinaire de cette notion. Un de vos premiers résultats importants, où vous avez utilisé vos recherches sur la mesure des ensembles, est relatif à la représentation approchée d'une fonction bornée de variable réelle, d'où vous avez tiré diverses conséquences. Mais, parmi vos nombreuses recherches sur la théorie des fonctions, il faut signaler une méthode dite d'*exclusion*, pour l'étude des singularités d'une fonction de variable complexe, que vous utilisez d'abord dans l'étude des fonctions entières. Vous l'employez ensuite en considérant des fonctions où les singularités forment un ensemble convenable partout dense dans une partie du plan, tel l'ensemble des points à coordonnées rationnelles. Vous donnez ainsi des exemples de fonctions *monogènes* au sens de Cauchy, qui ne sont pas *analytiques* au sens de Weierstrass, d'où cette conclusion bien inattendue que, pour les fonctions de variable complexe, c'est le fait d'être *monogène* et non celui d'être analytique, qui joue le rôle essentiel. Je ne puis malheureusement m'arrêter sur tant d'autres de vos travaux d'Analyse mathématique, notamment sur votre méthode de sommation exponentielle et votre théorie des séries divergentes qui vous a conduit à d'importantes applications.

Depuis longtemps déjà vous avez consacré une partie de vos recherches et de votre enseignement à ce Calcul des Probabilités dont Daniel Bernoulli disait qu'il était *non minus nodosus quam jucundus*. Vous aimez à en discuter les principes, et vous avez écrit un beau volume sur la valeur pratique et philosophique des probabilités.

On ne voit plus aujourd'hui dans les théories de la physique une expression de la réalité profonde des choses. Les théories sont des moules, analytiques ou géométriques, utiles et féconds pour une représentation provisoire des phénomènes, et elles servent, au moins pour un temps, à mettre, si j'ose dire, de l'ordre dans la nature. Vous y avez contribué dans vos études sur la Mécanique statistique

Nos représentations prennent aujourd'hui pour certains phénomènes des formes très complexes; aussi la pénétration devient-elle de plus en plus intime entre la mathématique et la physique théorique. La création des moules dont je parlais ci-dessus, ramène en fait, conformément à une pensée cartésienne, la physique à une géométrie, en prenant ce mot dans un sens très général.

Puisse longtemps encore, mon cher ami, votre activité s'exercer dans les directions variées où vous avez acquis une véritable maîtrise, et contribuer ainsi au renom de la science française.

ALLOCUTION

DE

M. ÉMILE BOREL

Lorsque Georges Valiron et quelques amis m'ont averti qu'ils songeaient à la manifestation d'aujourd'hui, j'en ai été très touché. Je le fus davantage encore lorsque j'appris que, en accord avec les orateurs que vous venez d'entendre, les organisateurs avaient jugé bon, malgré les circonstances, de s'en tenir à peu près à la date primitivement prévue.

Des cérémonies comme celle-ci peuvent apparaître comme bien en dehors du cadre dans lequel se meuvent toutes nos pensées, constamment dirigées vers ceux qui luttent pour conserver intacte l'indépendance de notre pays, qui tient à sa liberté autant qu'à sa vie. Mais peut-être, malgré tout, est il souhaitable que, pendant cette lutte même, la vie continue, et que nous nous efforcions de bouleverser

le moins possible le mécanisme de nos activités habituelles, sauf dans la mesure où le maintien de ces activités nuirait à la défense nationale.

Avant de remercier ceux qui ont participé à cette cérémonie, vous me permettrez, comme m'y invite d'ailleurs leur initiative, de me reporter cinquante ans en arrière; mon souvenir ému va tout d'abord vers deux hommes dont je tiens à évoquer la mémoire: Gaston Darboux et Jules Tannery. Venu à Paris pour entrer dans la classe de mathématiques élémentaires supérieures de Bernès, puis dans la classe de spéciales de Niewenglowski, j'eus la bonne fortune d'avoir comme camarade le fils de Gaston Darboux. Cette circonstance me valut d'être accueilli dans la famille de l'éminent mathématicien. Le simple appartement du cinquième étage de la rue Gay-Lussac s'ouvrit avec une bonhomie cordiale devant le jeune lycéen arrivé de province. J'y appris bien des choses et notamment que l'École Normale n'ouvrait pas seulement la carrière de l'enseignement, mais préparait aussi à la Recherche scientifique, et je commençai à pressentir quelles joies intellectuelles peut donner une vie consacrée à la recherche. L'influence de Gaston Darboux fut ainsi décisive sur l'orientation de ma carrière. C'est pour essayer de me rapprocher de l'idéal qu'il incarnait à mes yeux que je suis entré, en 1889, à l'École Normale. Là, je trouvai comme directeur des études scientifiques, Jules Tannery. Il est superflu de rappeler ici, devant vous qui, pour la plupart, l'avez connu, quelle était son influence sur ses élèves, quelle haute idée il se faisait de sa mission éducatrice et combien était intense ce rayonnement perceptible pour tous, qui se dégageait d'une intelligence subtile, doublée d'une âme exceptionnelle.

Lorsque vingt et un an plus tard, en 1910, Jules Tannery disparut prématurément, je considérai le fait d'être appelé à lui succéder comme un honneur immérité et aussi comme l'événement le plus important de ma carrière après l'entrée à l'École Normale. Les quelques années qui s'écoulèrent entre cette date et la guerre de 1914 comp-

tent parmi les plus heureuses de ma vie. Hélas! leur souvenir est assombri par l'effroyable hécatombe de jeunes gens, dont l'un, comme Julia l'a rappelé, m'était attaché par des liens très étroits, et qui tous étaient devenus mes amis. Après la guerre il me fut impossible de m'habituer à revivre dans la grande Maison de la rue d'Ulm où trop de fantômes me guettaient aux détours des longs couloirs. Espérons avec ferveur que la nouvelle agression contre laquelle nous nous défendons en ce moment ne nous coûtera pas d'aussi terribles pertes et que l'intelligence française ne sera pas encore une fois découronnée au grand dommage de la nation tout entière.

Aux noms de Gaston Darboux et de Jules Tannery, je veux associer tous ceux dont l'influence fut décisive sur l'orientation de mes études et de mes travaux: Charles Hermite, Camille Jordan, Paul Appell, Émile Picard, Marcel Brillouin, Édouard Goursat, Paul Painlevé. Je m'estimerais heureux — car le bonheur consiste à réaliser le rêve de sa jeunesse —, s'il était vrai, comme votre bienveillance vient d'essayer de me le faire croire, que j'aie pu restituer à mes élèves une partie de ce que j'ai reçu de tels Maîtres. Je tiens à vous remercier d'avoir cherché à créer en moi ce sentiment particulièrement réconfortant. Je ne feindrai pas de m'étonner de ce que vos louanges ont eu d'excessif, car je sais qu'une telle exagération est pour ainsi dire rituelle en une semblable cérémonie. Mais j'ai été profondément ému des témoignages d'amitié et d'affection dont je sais toute la sincérité, pour l'avoir éprouvée, de beaucoup d'entre vous, en bien des circonstances.

Mon cher Recteur, vous faites bénéficier l'Université de Paris toute entière des éminentes qualités administratives que vous avez su montrer et perfectionner à la tête de l'une des plus importantes de nos Facultés. Votre témoignage m'est particulièrement précieux; et j'ai été très touché que vous ayiez pensé à y associer la mémoire de Paul Appell. Vous avez eu raison de penser que ce fut un des plus grands honneurs de ma vie que de collaborer modestement, depuis bientôt trente ans, au Conseil de l'Université de Paris, avec des

hommes tels que Louis Liard, Lucien Poincaré, Paul Appell, Paul Lapie, Sébastien Charléty, dont vous êtes le digne successeur, et dont chacun a su donner à cette haute fonction sa marque personnelle; vous y avez déjà imprimé la vôtre.

Je vous dois des remerciements particuliers pour avoir bien voulu mettre ces salons à la disposition des organisateurs.

Mon cher Doyen, mon très cher Ami, trop de liens d'amitié, très étroits et très anciens nous unissent, pour que j'aie besoin de te dire longuement à quel point j'ai été touché par tes paroles. Tu as apporté, dans tes fonctions de doyen, une telle conscience et une telle autorité, qu'il sera difficile de te trouver un successeur lorsque tu seras atteint, en même temps que moi, par la limite d'âge. Malgré une terrible épreuve, qui aurait pu t'abattre, malgré le surcroît écrasant de besogne créé par les nombreux problèmes brusquement posés par la guerre, tu mènes allègrement à bout un travail dont tous ne comprennent peut-être pas combien il est absorbant et combien il exige de dévouement quotidien et de qualités administratives, mais dont tous constatent l'efficacité et admirent les résultats.

Cher Monsieur Louis de Broglie, vous avez bien voulu rappeler la fondation de l'Institut Henri Poincaré. Puis-je vous dire que, lorsque je négociais avec les représentants de la Fondation Rockefeller au sujet de cette fondation et qu'il s'agissait de déterminer le nombre et la nature des enseignements à créer dans cet Institut, il a suffi de prononcer votre nom, comme l'un de ceux qui s'imposaient avec évidence pour que toutes les difficultés fussent aplanies. Depuis, si l'Institut a pu rendre les services que vous avez rappelés, il le doit, pour la plus grande part, au rayonnement de votre personne et de vos découvertes.

Cher Faral, merci d'avoir évoqué les trois années pendant lesquelles je fis un cours au Collège de France, grâce à une fondation due aux conseils de Joseph Bertrand et dont je fus le premier béné-

ficiaire. Je reçus dans cette Maison, où je n'étais qu'un temporaire chargé de Cours, un accueil si bienveillant, notamment de Gaston Paris, que je m'y sens toujours un peu rattaché, et je me réjouis des heureuses transformations que votre prédécesseur Joseph Bédier et vous-même y avez apportées. Le modernisme des nouvelles installations du vieux Collège est en harmonie avec la longue tradition qui veut que votre Maison juxtapose sur son affiche, à des enseignements relatifs aux plus anciennes langues et civilisations de l'humanité, d'autres enseignements où sont abordés les problèmes les plus actuels de la science d'aujourd'hui et de demain.

Chère Madame Cotton, votre présence me rappelle la courte période pendant laquelle j'ai enseigné dans l'École que vous dirigez et dont j'ai gardé de précieux souvenirs. J'ai suivi de mon mieux les rapides transformations de l'enseignement féminin et je sais que vous dominez une tâche difficile à laquelle vous vous consacrez tout entière. Dois-je ajouter, car vous le savez bien, combien il m'a été agréable que la porte parole de l'École Normale de Sèvres se trouve être la compagne de l'un de mes plus anciens et meilleurs amis.

Mon cher Julia vous êtes l'un de ceux qui ont passé à l'École Normale ces trois années d'avant guerre que j'évoquais tout à l'heure. Vous-même avez été l'une des premières victimes de la guerre, et je n'oublierai jamais ce jour où vous me fîtes appeler au Val de Grâce et où je vous trouvai avec la tête entièrement enveloppée de pansements cachant vos effroyables blessures. Courageusement, grâce à votre haute valeur morale, grâce à un labeur acharné, vous avez supporté la souffrance et l'épreuve. Vos travaux ont amplement justifié, sinon dépassé, les espérances que nous avions mises en vous. Vous avez encore une magnifique carrière à parcourir; je souhaite que la fin en soit digne des débuts, il est impossible de demander davantage. L'accent personnel de votre allocution m'a été au cœur et je regrette de n'avoir pas le temps d'évoquer à mon tour des souvenirs qui ne me sont pas moins présents qu'à vous-

même. Je dois me contenter de vous dire merci, bien affectueusement.

Mon cher Ville, les paroles trop aimables que vous avez prononcées au nom de mes élèves, et particulièrement de ceux qui ont suivi mon cours de calcul des probabilités, m'ont vivement touché. Vous êtes le plus jeune de ceux qui ont rédigé et publié l'un de mes cours et vous serez sans doute le dernier qui m'aura rendu ce grand service. J'associe aux remerciements que je vous dois tous ceux qui, comme vous, m'ont donné une précieuse collaboration soit en rédigeant mes cours et en y apportant souvent, comme vous l'avez fait vous-même, une contribution personnelle et originale, soit en écrivant eux-mêmes des ouvrages qui ont pris place dans la collection de *Monographies* ou dans le *Traité de Probabilités*. Si ces deux publications ont pu contribuer aux progrès des mathématiques, c'est en grande partie à ces collaborateurs qu'il faut en reporter le mérite; c'est pour moi un agréable devoir de leur exprimer ma gratitude.

Je ne puis les nommer tous. Parmi les Français, je voudrais évoquer la mémoire de mon ami René Baire, mort encore jeune après une longue maladie qui avait interrompu ses belles recherches; son nom restera attaché à l'essor pris à la fin du siècle dernier par la théorie des fonctions de variables réelles. Je voudrais également saluer trois de mes collaborateurs étrangers; tout d'abord mon excellent et ancien ami Vito Volterra, que la maladie a empêché de venir aujourd'hui; nous souhaitons tous que sa santé se rétablisse et qu'il puisse encore ajouter de nouvelles découvertes au magnifique ensemble de travaux qui l'ont rendu justement célèbre; nous regrettons également l'absence de Waclaw Sierpinski, dont le doyen Maurain analysait ici-même les beaux travaux en novembre dernier, lorsque l'Université de Paris lui conférait le grade de docteur *honoris-causa*. Les trente volumes des *Fundamenta mathematicæ* publiés sous sa direction et son inspiration, sont un document impérissable à la gloire

tion encore une fois si cruellement éprouvée et qui revivra, nous en sommes certains.

Je voudrais enfin donner une pensée affectueuse et émue à Ernst Lindelöf, avec lequel je me suis lié d'une de ces amitiés de jeunesse qui durent toute la vie, alors que nous étions l'un et l'autre aux approches de la trentaine, en cette période de l'existence où l'on ne sait pas bien si l'on est déjà professeur ou encore étudiant. Nous nous sommes revus souvent depuis et pour la dernière fois en 1934, à Helsinki. Il était heureux et légitimement fier de me faire les honneurs de son pays et de sa superbe capitale. Nos sentiments à l'égard de la Finlande sont unanimes et il est superflu de les traduire par des paroles.

S'il m'était permis, en un tel jour, de formuler un vœu, ce serait de vivre assez longtemps pour revoir Vito Volterra à Rome, Waclaw Sierpinski à Varsovie, Ernst Lindelöf à Helsinki et de vous revoir aussi, mon cher Ville, ainsi que vos camarades qui combattent à côté de vous aux armées, tous sains et saufs, ayant repris votre tâche dans une France définitivement délivrée du cauchemar qui nous étreint.

Monsieur le Président Vergne, je suis très sensible aux vœux et aux souvenirs de la Société mathématique de France et à la forme que vous avez su leur donner. Je dois beaucoup à la Société et notamment de m'avoir permis de faire un apprentissage très utile lorsqu'elle m'a chargé, comme secrétaire, de la rédaction de son Bulletin.

Mon cher Bruhat, vous me permettrez de dire tout d'abord — et je sais que je traduis votre pensée — combien je regrette que mon ami Bouglé n'ait pas pu, comme il en aurait eu le désir, venir aujourd'hui représenter l'École à laquelle il a consacré tant d'années de sa vie, tant d'ardeur, tant de jeunesse, tant de talent! Nous faisons des vœux pour que la maladie qui l'éloigne de nous évolue favorablement.

Rien ne pouvait me toucher davantage que les paroles que vous venez de prononcer au nom de l'École Normale. Je suis particulièrement reconnaissant à ceux qui ont organisé cette cérémonie d'avoir choisi la date de mon entrée à l'École comme point de départ de ma carrière. C'est là, en effet, la date décisive qui commande l'orientation de la vie entière. Depuis 50 ans, je n'ai guère cessé d'appartenir, à des titres divers, à l'École Normale; c'est à cette École, à mes maîtres, à mes camarades, à mes élèves, que je dois les plus grands bonheurs de ma vie.

Je sais, mon cher Bruhat, quels services vous rendez à l'École Normale en une période particulièrement difficile; je sais aussi que vous êtes de ceux qui trouvent dans l'accomplissement silencieux de leur tâche quotidienne la récompense à laquelle ils tiennent le plus.

Cher Monsieur Carleman, combien je suis ému que vous ayiez fait, dans les circonstances actuelles, un aussi long voyage pour venir ici. Vos travaux vous ont acquis, très jeune encore, une renommée universelle parmi les mathématiciens du monde entier, en même temps que vos compatriotes vous confiaient la haute charge de diriger l'Institut Mittag-Leffler, où j'eus le plaisir d'être reçu par vous. Vous continuez dignement la tâche du grand mathématicien suédois, que tant de liens d'amitié et de collaboration scientifique rattachaient aux mathématiciens français, à Charles Hermite, à Henri Poincaré, à Paul Appell, à Paul Painlevé, pour ne citer que les disparus. Je vous suis reconnaissant d'avoir consacré quelques-uns de vos travaux au développement de certaines de mes recherches; vous avez, en bien des points importants, largement dépassé tout ce qu'avaient fait vos prédécesseurs.

Je suis également très reconnaissant à M. Émile Picard d'avoir bien voulu accepter de prendre la parole aujourd'hui. Nous regrettons tous son absence. A défaut de sa présence, ses paroles

ma jeunesse, avant même mon entrée à l'École normale, et ensuite, lors de mes premiers travaux dont beaucoup ont été inspirés par son enseignement. Il sait, car j'ai eu l'occasion de le lui dire publiquement, dans une circonstance récente, quel souvenir tous ses élèves conservent de cet enseignement suggestif et si fécond.

Mon cher Ministre, merci de vous être associé à cette fête de famille. Vous avez pu le faire sans en modifier le caractère scientifique et universitaire, puisque c'est à l'École Normale que vous avez acquis ou développé quelques-unes des qualités qui vous ont valu votre brillante carrière politique et vous ont permis de rendre déjà tant de services à notre pays.

Plusieurs des orateurs ont bien voulu associer à mon nom celui de ma femme; les paroles qu'ils ont prononcées m'ont d'autant plus touché qu'elles répondaient à mes sentiments les plus intimes; près de quarante ans de vie commune et de collaboration quotidienne créent des liens dont beaucoup d'entre vous connaissent ou connaîtront la force et la douceur; en son nom comme au mien, je vous exprime toute notre reconnaissance de vos amicales et affectueuses pensées.

Je dois remercier aussi tous les souscripteurs, tous les amis qui ont répondu à l'appel de Georges Valiron et du Comité dont je ne puis nommer tous les membres; leurs noms resteront gravés dans mon cœur. Je relirai bien souvent les lettres que Georges Valiron m'a communiquées et qui m'ont profondément touché et ému. Le beau volume que vous m'avez offert n'est pas seulement à mes yeux un résumé de mon œuvre scientifique, il est surtout un témoignage d'amitié. Sa valeur est d'ailleurs singulièrement accrue par les contributions personnelles d'Arnaud Denjoy, de Georges Valiron, de Maurice Fréchet, de Paul Lévy qui, les uns et les autres, ont apporté à mes recherches des développements dont l'importance est telle que je ne saurais exprimer tout ce que je leur dois; si certains

de mes travaux me survivent, c'est à eux et à quelques autres que je le devrai. Je remercie aussi la maison Gauthier-Villars d'avoir pu, malgré les circonstances, imprimer rapidement ce volume avec la perfection dont elle est coutumière. Je reste particulièrement reconnaissant à Georges Valiron, dont la tâche fut considérable, à Madame Georges Valiron qui l'a secondé, à ceux qui l'ont aidé, notamment à Paul Montel.

Je suis touché par la part qu'ont bien voulu prendre à cette cérémonie de nombreux savants étrangers, qui ont envoyé des lettres ou des télégrammes. Je sais que beaucoup d'entre eux seraient venus, sans les difficultés actuelles des voyages internationaux; je ne leur suis pas moins reconnaissant de leur adhésion. Beaucoup de nos compatriotes également, les uns mobilisés, d'autres éloignés de Paris par les circonstances, n'ont pu venir aujourd'hui; ma pensée va vers ceux qui luttent pour que notre patrie conserve sa place dans une Europe enfin pacifiée.

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

LOUIS-FÉLIX HENNEGUY

(1850-1928)

DÉPOSÉE EN LA SÉANCE DU 10 MARS 1941,

PAR

M. MAURICE CAULLERY

Membre de l'Académie des Sciences.

Les circonstances me permettent de m'acquitter aujourd'hui, plus tardivement que je ne l'aurais souhaité, de l'hommage à rendre à mon prédécesseur à l'Académie, Louis-Félix Henneguy. Treize années se sont écoulées depuis sa mort, le 26 janvier 1928. Il avait été élu le 9 novembre 1908; il remplaçait Alfred Giard, disparu prématurément, trois mois plus tôt. Giard, qui avait été, dans sa génération, un des zoologistes les plus ardents et aux horizons les plus étendus, avait été mon propre maître et c'est à son action animatrice que j'ai

LOUIS-FÉLIX HENNEGUY

1850-1928

dû de devenir moi-même un naturaliste. J'avais connu Henneguy pendant de longues années et j'avais éprouvé sa bienveillance et sa cordialité. J'ai donc eu avec ces deux prédécesseurs des liens plus étroits que ce n'est souvent le cas et qui ne sont pas sans m'émouvoir, au moment d'écrire cette notice.

*
* *

Louis-Félix Henneguy était né à Paris, le 18 mars 1850. Son nom évoque des origines pyrénéennes, mais sa famille était fixée dans l'Ile-de-France depuis plusieurs générations. Ses arrière-grands-parents, dit-il, étaient cultivateurs, ses grands-parents commerçants; son père, homme de lettres, helléniste et philosophe (1), eut sur sa formation intellectuelle une grande action. Les études d'Henneguy n'eurent pas la banalité habituelle. Il passa bien une année au lycée, à l'âge de 11 ans, mais ensuite et jusqu'à sa seizième année, il resta entre les mains de son père, qui lui donna une forte culture classique, dont l'empreinte fut profonde et durable. L'enfant manifestait déja des aptitudes et des goûts personnels. Henneguy était un aquarelliste habile, et il trouva souvent, dans ses travaux scientifiques, l'emploi de son talent. Sa famille possédait, de longue date, une propriété à Précy-sur-Oise (où il est maintenant inhumé) et ses séjours à la campagne développèrent en lui le goût de la nature et de l'observation biologique; il aimait y dessiner et y déterminer des plantes. D'autre part, de longs séjours sur les bords du golfe de Gênes, contribuèrent à lui donner le goût de la mer. A 15 ans, il projetait de faire sa médecine et d'être chirurgien de marine.

En 1866, son père se fixa, pour quelques années, à Montpellier et

(1) Parmi ses œuvres littéraires, se trouve un livre sur l'Italie contemporaine et un drame sur *Empédocle*, qui lui avait valu le titre de citoyen de la ville d'Agrigente. Son intérêt pour la philosophie est attesté par une longue correspondance avec Renouvier et avec Pillon.

le jeune homme fit alors sa rhétorique au lycée. Il y acheva brillamment ses études jusqu'en mathématiques spéciales.

En 1870, — il avait 20 ans, — il débuta dans l'Université, par les très modestes fonctions de répétiteur au collège de Bédarieux (aux appointements *annuels* de 900 francs). Une fièvre typhoïde grave, suivie d'une longue convalescence, le ramena bientôt dans sa famille et il s'inscrivit comme étudiant à la Faculté de Médecine de Montpellier. Le physiologiste Rouget l'attachait, en 1873, à son laboratoire et c'est là qu'il fit ses premiers travaux, en particulier sa thèse de médecine (soutenue en avril 1875), sur l'action physiologique des poisons. Il avait expérimenté sur une trentaine de substances, dont il avait éprouvé les effets sur la grenouille.

En 1875, il revient à Paris, avec l'intention de se préparer à l'agrégation des Facultés de Médecine et, sur la recommandation de Rouget, il eut accès au laboratoire de Claude Bernard au Muséum; il y remplit bientôt les fonctions de préparateur et s'y lia avec Arsène d'Arsonval; c'est aussi par là qu'il entra en relations avec Balbiani, qui avait dirigé les travaux d'histologie du laboratoire et qui, en 1874, avait succédé à Victor Coste dans la chaire d'Embryogénie du Collège de France. En 1877, Balbiani s'attacha Henneguy comme préparateur, et c'est désormais dans ce laboratoire que la vie tout entière de notre confrère devait se dérouler, pendant un demi-siècle. C'est aussi en 1877 qu'Henneguy épousa la fille du célèbre sociologue Proudhon. Madame Henneguy est toujours parmi nous.

La vie de Henneguy, depuis ce moment, n'a pas connu de péripéties mouvementées. Elle a été entièrement consacrée au laboratoire et à la recherche scientifique. Une seule circonstance a failli faire dévier sa carrière. En 1883, il s'était présenté à l'agrégation des Facultés de Médecine. En dépit d'épreuves brillantes, il y avait échoué et il en ressentit une assez vive amertume; des précédents nombreux, parmi lesquels se trouve celui de Claude Bernard, montrent que la valeur personnelle est trop souvent loin de suffire pour y réussir.

L'activité scientifique de Henneguy, comme celle de beaucoup de-

naturalistes, se poursuivait pendant les vacances. Dès sa jeunesse, il avait été un fervent de la mer. A partir de 1887, il avait adopté comme villégiature Le Croisic, en Bretagne; il y revenait chaque année, dans une maison où il s'était installé un modeste laboratoire. Il y avait été attiré par son ami Ed. Chevreux, zoologiste passionné et marin enthousiaste, qui l'avait associé, à cette époque, aux croisières fructueuses qu'il effectuait sur les côtes bretonnes et dans le golfe de Gascogne, sur un petit yacht, la *Melita*. Henneguy ne devait pas tarder à avoir lui-même, au Croisic, son embarcation, le *Cytos*, à l'aide de laquelle il a fait, dans la baie du Croisic et aux alentours, des récoltes nombreuses, qui ont servi de base à une partie de ses travaux. Sa propriété de Précy-sur-Oise complétait le cadre de ses loisirs et n'a pas été sans lui fournir aussi des matériaux de recherches.

Pour en terminer avec son *curriculum vitæ et honoris*, ajoutons que, Henneguy fut, en 1887, chargé de l'enseignement de la zoologie et de l'entomologie à l'École d'Agriculture de Grignon et à l'École d'Horticulture de Versailles, qu'associé aux travaux de Balbiani sur le Phylloxera, il fut appelé à siéger dans diverses commissions au Ministère de l'Agriculture et au Comité consultatif des Pêches maritimes. A partir de 1887, Balbiani lui fit confier la suppléance de son cours au Collège de France, jusqu'à sa mort en 1899. Le Collège de France lui donna, en 1900, la chaire d'Embryogénie, qu'il occupa jusqu'à son décès en 1928. Lauréat du grand prix des sciences physiques en 1889 et du prix Serres en 1905, il fut élu à l'Académie des sciences en 1908 et il en était vice-président pour 1928. Il était également membre de l'Académie de médecine (1907) et de l'Académie d'Agriculture (1889). Il a présidé la Société de Biologie de 1924 à sa mort. De nombreuses sociétés et académies étrangères (parmi lesquelles celle des Lincei) l'avaient accueilli dans leur sein. Il avait tenu une place éminente dans nos diverses sociétés nationales de sciences biologiques.

*
* *

Les traits principaux de l'œuvre scientifique de Félix Henneguy découlent, pour une grande part, du cadre où elle s'est réalisée; il a subi l'empreinte du laboratoire d'Embryogénie du Collège de France et il n'est pas inutile d'évoquer ici la physionomie de ses deux prédécesseurs dans cette chaire, Victor Coste et E. G. Balbiani.

Victor Coste, qui a appartenu à l'Académie des Sciences de 1851 à sa mort en 1873, et y a été un des prédécesseurs directs de Henneguy (1), a laissé une trace profonde dans le développement de l'embryogénie au XIX[e] siècle. Dès sa jeunesse, en 1832, — il n'a alors que 24 ans, — en arrivant à Paris, de Montpellier, plein de fougue et d'enthousiasme, il apporte de remarquables observations qui précisent et complètent la découverte, par K. E. von Baer, de l'œuf des Mammifères (1827). Les travaux du jeune Coste interfèrent alors avec la célèbre discussion entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire. Cuvier s'intéresse vivement à ses travaux, projette de faire sur ces questions son prochain cours, mais meurt brusquement quelques jours plus tard. De Blainville, qui succède à Cuvier au Muséum, s'attache V. Coste dans son laboratoire, l'encourage et le soutient énergiquement, lui confie sa propre suppléance en 1835 et 1836. Le cours fait par Coste est publié en 1837 (2) et Blainville obtient, en 1844, du ministre Villemain, la création de la chaire d'Embryogénie comparée du Collège de France (3) pour Coste, qui y continue ses travaux et

(1) Coste a eu pour successeur immédiat, en 1874, Paul Gervais, remplacé lui-même, en 1879, par Alphonse Milne Edwards, auquel avait succédé Alfred Giard, en 1900.

(2) *Embryogénie comparée. Cours sur le développement des hommes et des animaux*, 8°, 1937, avec atlas in-4°.

(3) Cf. E. Fauré-Frémiet — La création de la chaire d'Embryogénie comparée au Collège de France, *in Le Collège de France (1530-1930), livre publié à l'occasion de son quatrième centenaire*, Paris, 1932, p. 191-207.

pourra les publier sous une forme luxueuse (1). Coste a eu une part importante à l'établissement de diverses notions fondamentales dans l'embryologie, spécialement dans celle des Vertébrés et des Mammifères et en particulier dans l'interprétation de l'œuf comme une cellule. On peut regretter qu'à partir de 1860, il ait été trop attiré vers des recherches pratiques de pisciculture; elles ont été d'ailleurs l'occasion de la fondation du laboratoire de Concarneau (1859), la première en date de nos stations de zoologie marine.

E. G. Balbiani, qui succéda à Coste en 1874, a été le maître et l'ami de Félix Henneguy. C'était une personnalité non moins remarquable que Coste et très originale, mais très différente. Il était issu d'une famille comtale de l'Italie du Nord, qui, au XVIII[e] siècle, à la suite de troubles politiques, avait essaimé dans toute l'Europe. Son père, de nationalité allemande, avait fondé une banque à Haïti et y avait épousé une créole française. Balbiani est né à Haïti et y avait passé son enfance; il avait fait une grande partie de ses études en Allemagne, à Francfort-sur-le Main, et les avait terminées à Paris, où s'était fixée sa mère. Orienté d'abord vers le droit, il avait été gagné aux sciences naturelles par l'enseignement de Blainville au Muséum; il avait passé sa licence, fait sa médecine et, grâce à l'aisance dont il jouissait, il s'était consacré à la recherche scientifique et à l'observation microscopique, en travaillant chez lui de façon désintéressée. En 1867, Claude Bernard lui confia la direction des travaux histologiques dans son laboratoire du Muséum; il fallut, quelques années plus tard, toute l'insistance de Cl. Bernard pour décider Balbiani à se présenter à la succession de Coste, qu'il recueillit. C'était avant tout un homme modeste et discret, vivant de façon un peu sauvage, hautement estimé du monde scientifique en France et à l'étranger. Je ne l'ai personnellement connu que pour l'avoir assez fréquemment croisé dans la rue; sa démarche et son attitude reflétaient la réserve de son ca-

(1) Histoire générale et particulière du développement des corps organisés, 4°, 1847 et 1859 avec atlas in-f°.

ractère. Balbiani n'a vécu que pour la science et a laissé une œuvre considérable, très originale, orientée vers les questions les plus nouvelles, sans chercher à profiter de ses travaux Au dire d'Henneguy, ses amis, à deux reprises, le pressèrent activement, mais en vain, de se présenter à l'Académie des Sciences, où son succès semblait assuré. Ce n'est pas le lieu de passer en revue ici son œuvre abondante et variée et je ne saurais mieux faire que de renvoyer à la notice biographique que lui a consacrée Henneguy (1). Je voudrais seulement la caractériser. Elle se distingue par l'exactitude de l'observation, l'étendue de l'information et l'originalité des conclusions. Elle était bien aussi dans la ligne de la chaire qu'il occupait et où, conformément à la tradition du Collège de France, il a exposé maintes questions nouvelles, objets de ses propres recherches; plusieurs de ces cours ont été publiés sous forme de livres, très suggestifs pour l'époque.

Chose curieuse, sur une base aussi solide, ses interprétations ont été assez souvent malheureuses et beaucoup de ses vues théoriques se sont montrées caduques. C'est ainsi qu'on lui doit des observations fondamentales et très poussées sur la conjugaison des Infusoires, qu'il a été le premier à suivre dans sa complication et à comprendre; mais il a fait complètement fausse route dans l'interprétation, ce qui s'explique d'ailleurs, en grande partie, par l'état général des connaissances de l'époque. O. Bütschli en donnant, vingt ans plus tard, l'interprétation correcte de la conjugaison des Infusoires, a pleinement reconnu le mérite des recherches de Balbiani, qui avait été son utile précurseur. Il en a été de même pour les travaux de Balbiani sur le Phylloxera et sur l'embryologie des Insectes, où les faits eux-mêmes sont remarquablement observés. Sur bien des questions, il a fait des constatations fondamentales, par exemple sur les Sporozoaires; ses recherches sur la *mérotomie* sont également de premier

(1) Cf. L. F. Henneguy. E. G. Balbiani (1823-1899), notice biographique, *Arch. Anat. Microsc.*, t. III, 1900.

ordre. La structure très particulière des noyaux des glandes salivaires des larves de Diptères, telle qu'il l'a décrite, a pris aujourd'hui un intérêt exceptionnel. Il est une des belles figures de la biologie du XIX^e^ siècle.

Si j'ai donné ici ces indications, c'est que la physionomie scientifique de Balbiani n'a pas été sans exercer une influence considérable sur Henneguy, qui a vécu à son contact direct pendant toute la première moitié de sa vie scientifique, et a été associé à certains de ses travaux; il était lié à son maître par une déférente amitié. L'esprit naturellement prudent de Henneguy a dû sentir de façon particulièrement vive, dans l'œuvre de Balbiani, le contraste entre la sûreté de l'observation et la contingence de l'interprétation suggérée par une imagination vive et originale. Il avait été d'ailleurs lui-même au contact de la sévère méthode de Cl. Bernard. Mais n'est-il pas permis de dire que celle-ci ne s'applique dans toute sa rigueur, qu'aux problèmes bien définis qu'aborde le physiologiste, dans le cadre strict du déterminisme expérimental qui peut y être tracé. Les problèmes que le zoologiste est amené à se poser ne peuvent être aussi rigoureusement délimités et mettent en jeu des éléments dont l'observateur n'a pas la maîtrise complète. La mise en valeur des faits observés entraîne donc nécessairement des hypothèses de travail d'un caractère provisoire, mais qui souvent sont fécondes, en suggérant des recherches nouvelles, d'où sortira, plus ou moins immédiatement, la confirmation ou l'infirmation des vues émises. C'est par l'usage plus ou moins hardi de ces hypothèses que les problèmes de la morphologie progressent. Il y a certes un déchet plus ou moins important dans les constructions provisoirement édifiées; mais à s'en tenir à un positivisme trop rigoureux, on risque de retarder le progrès. C'est un art très subtil d'interpréter les faits en s'aidant d'explications plus où moins conjecturales, sans jamais perdre de vue ce que l'interprétation comporte d'incertitude et de savoir renoncer à temps aux idées qui se montrent fallacieuses. Cela est particulièrement vrai quand on s'engage dans des voies réellement nouvelles. D'une façon générale, les problèmes qui associent les données mor-

phologiques et la méthode expérimentale proprement dite, et qui constituent l'ensemble que l'on désigne aujourd'hui par le terme de Biologie, comportent cet écueil; ils progressent en se tranformant, par une association judicieuse de l'exactitude dans l'observation et de la hardiesse dans l'extrapolation. Un excès de timidité risque d'avoir des effets stérilisants, ou de vider les questions de leur contenu même.

*
* *

Ces considérations précisent l'atmosphère dans laquelle s'est développée l'œuvre de F. Henneguy. Voyons maintenant les productions principales par lesquelles elle s'est manifestée (1). Les travaux d'Henneguy sont étroitement conformes à l'esprit de la chaire qu'il occupait au Collège de France; ils portent, en effet, presque tous sur l'embryogénie et surtout sur la cytologie; accessoirement, il a été amené à s'occuper d'applications de la zoologie à des problèmes d'horticulture. Ses travaux originaux, combinés avec son enseignement, l'ont amené à des exposés synthétiques importants qui ont rendu de grands services. Enfin il a eu une action efficace sur les recherches effectuées dans son laboratoire par ses élèves, dans les voies où lui-même travaillait. Nous allons suivre cette œuvre dans ces divers aspects.

Embryogénie. — Henneguy a apporté surtout des contributions à l'étude du développement des Vertébrés. Sa thèse de doctorat ès sciences, soutenue en 1888, a pour sujet l'embryogénie des poissons osseux, étudiée sur la Truite; Coste s'était occupé de cette question

(1) Je renvoie pour plus de détails à la *Notice sur ses Titres et Travaux Scientifiques*, publiée par Henneguy (Paris, Masson, 1908) et à la notice biographique écrite par E. Fauré-Frémiet (Louis-Félix Henneguy, 1850-1928, *Arch. Anat. microscop.* t. 25, 1929, (p. 1-28). — Voir aussi: Giuseppe Levi Commemorazione del socio straniero L. Félix Henneguy, *Rendiconti R. Acad. Lincei* (ser. 6ª), vol. 8, 1928, (p. XL-LV).

au point de vue pratique et avait constitué au Collège de France un outillage approprié à l'alevinage des truites. Henneguy a porté son attention surtout sur les débuts du développement, depuis la ponte et la fécondation jusqu'au moment où la blastoderme a achevé de recouvrir le vitellus, en particulier sur la segmentation et les processus dont est le siège la couche cytoplasmique sous-jacente au germe proprement dit, c'est-à-dire le *parablaste*, qui sépare bientôt les ébauches embryonnaires du vitellus. Cette couche tissulaire est particulièrement intéressante au point de vue cytologique. Il s'y produit de nombreuses divisions nucléaires, sans individualisation régulière de cellules; d'où des anomalies de ces divisions, qui projettent un jour révélateur sur le mécanisme même de la caryocinèse, en particulier sur le rôle des centrosomes. Henneguy a mis là en évidence des faits très caractéristiques, qui sont restés classiques. En ce qui concerne l'embryon lui-même, il a suivi d'une façon très précise la différenciation initiale des principaux organes et ébauches, la formation des feuillets blastodermiques, celles du blastopore et de l'axe nerveux. La Truite, et les Téléostéens en général, se distinguent par le fait que ces ébauches se présentent en formations massives, qui se creusent ensuite de cavités centrales, au lieu de se produire, comme d'ordinaire, par des replis et des invaginations. Il a suivi aussi de près la différenciation des dépendances du système nerveux (vésicules optiques et auditives), celle de l'intestin et du cœur. Le parablaste suit l'extension de l'embryon à la surface du vitellus et joue le rôle d'un organe de nutrition embryonnaire, assimilant les éléments vitellins pour le compte de l'embryon lui-même. La thèse de Henneguy reste une des meilleures contributions à l'étude de l'embryogénie des poissons osseux.

Dans ses recherches ultérieures, il a été un de ceux qui ont mis en évidence, chez les Poissons, la différenciation très précoce des cellules germinales primitives, préalablement à la formation de l'ébauche de glandes génitales et en dehors du lieu où celles-ci apparaissent. Il s'est attaché encore à élucider l'histogénèse de la corde dorsale. On lui doit aussi des recherches sur le développement des

Mammifères et, en particulier, sur la différenciation des cellules de l'endoderme initial, où se forment des inclusions vitellines, alors que l'œuf lui-même et les premiers blastomères sont très pauvres en vitellus.

En dehors des Vertébrés, Henneguy a fait des recherches sur le développement des Insectes, en particulier sur celui d'un Hyménoptère de la famille des Chalcidiens, du genre *Smicra*, parasite des larves d'un Muscide (*Stratiomys strigosa*).

A ces travaux d'embryogénie proprement dite, il faut en joindre d'autres portant sur la structure et la formation des cellules reproductrices, spermatogénèse et ovogénèse, chez des animaux variés. Ces travaux sont d'ailleurs surtout de nature cytologique. Il a aussi étudié la résorption (atrésie) de follicules de l'ovaire chez les Mammifères, et il y a mis en évidence une segmentation abortive de l'œuf lui-même, que l'on peut considérer maintenant comme rentrant dans le cadre de la parthénogénèse. Ces processus atréliques montrent une assez grande variété, chez les diverses espèces où Henneguy les a étudiés un des premiers.

Après la découverte, par J. Loeb, de la parthénogénèse expérimentale, en 1901, Henneguy a tenté de la réaliser chez la grenouille, en faisant agir diverses substances salines sur l'œuf et il a obtenu ainsi un début de fragmentation de la masse ovulaire, mais sans la participation du noyau. C'est à E. Bataillon qu'il était réservé, après de longs efforts, de réaliser pleinement le développement parthénogenétique de l'œuf de grenouille, par piqûre, en 1910. Henneguy a été un des premiers à reproduire ces expériences et à les confirmer.

Cytologie. — L'étude de la structure cellulaire, sur des matériaux très variés, soit de l'adulte, soit de phases larvaires, soit de l'embryon, soit sur les cellules reproductrices et dans leur génèse, a été nettement la préoccupation dominante dans l'œuvre d'Henneguy. Ces travaux appartiennent à la période où le mécanisme de la division cellulaire venait d'être découvert et où les particularités de ce processus capital étaient à l'ordre du jour. Il a apporté à la solution de

ces problèmes des contributions nombreuses et importantes. La découverte de la division dite *indirecte* de la cellule, (*caryocinèse* ou *mitose*), qui est le mode fondamental de prolifération cellulaire a été faite de 1875 à 1880, par l'effort combiné d'une série de chercheurs, mais avant tout, par Ed. Strasburger pour les plantes et W. Flemming pour les animaux. Dès les premières publications de ces auteurs, Henneguy s'était passionné pour ce sujet. Il a raconté lui-même comment, à cette époque encore si proche de ses débuts scientifiques, un jour, à la fin de l'hiver, il avait rapporté de Précy-sur-Oise les premières fleurs de *Tussilago farfara*, et, en rentrant au laboratoire, les ayant dissociées et fixées, il avait été « naïvement et véritablement émerveillé », en y retrouvant les figures de la division cellulaire décrites tout récemment par Strasburger. Il avait passé une partie de la nuit à en faire des préparations et à les dessiner. Sa thèse sur le développement de la Truite renferme, en particulier dans l'étude du parablaste, des données d'un haut intérêt pour l'étude du mécanisme de la caryocinèse. Il avait proposé, à l'époque, d'appeler ce mode de division la *cytodièrèse*. Dans le parablaste de la truite, il avait rencontré de nombreuses anomalies du processus et, en particulier, des divisions pluripolaires, qui attestent l'importance essentielle des centrosomes.

Ses diverses recherches sur la division cellulaire ont été fécondes surtout quant à l'étude du cytoplasme, alors que trop d'auteurs concentraient leur attention uniquement sur le noyau. Il a été un de ceux qui ont le plus contribué à fixer la nature cytoplasmique des éléments achromatiques de la mitose: le fuseau et surtout les centrosomes. Dans l'oocyte des Vertébrés, il a repris l'étude du noyau vitellin ou corps de Balbiani, découvert et étudié par son maître et il a rattaché nettement cette formation cytoplasmique, parfois très volumineuse, au centrosome; elle n'a rien d'un noyau. Il en a fait faire une étude très détaillée, aux différents stades de la différenciation de l'oocyte, par son élève M^lle^ Loyez. Sur d'autres éléments cytoplasmiques, les mitochondries, Henneguy a apporté aussi des contributions intéressantes, à l'origine de leur étude.

Enfin Henneguy, en 1898, a vu les relations d'ordre général et fonctionnel existant entre les cils ou les flagelles et l'appareil centrosomique de la cellule. A la base de ces éléments, notamment dans la spermatogenèse du ver à soie et de l'*Hyponomeuta cognatella*, et dans les cellules ciliées, il a mis en évidence des granulations colorables, qui sont comme la monnaie d'un centrosome et que l'expérience a montré être les centres moteurs des cils ou flagelles. Presque simultanément, la même interprétation a été donnée par Lenhossek, et elle a reçu depuis de nombreuses confirmations et extensions. Dans l'ensemble, Henneguy a donc contribué efficacement au progrès de la cytologie, à l'époque où celle-ci se constituait.

Les résultats qu'il annonçait étaient toujours obtenus à l'aide d'une technique extrêmement soignée et précise, sans d'ailleurs qu'il fut hypnotisé par les vertus explicatives de celle-ci. On en a la preuve dans la réserve et même le scepticisme qu'il a montré à l'égard des diverses théories formulées quant à la structure fondamentale du cytoplasme. Il ne voyait, dans les aspects observés après fixation des tissus, que des états artificiels résultant de l'action des réactifs fixateurs. Mais il avait un souci très strict de la technique, le désir de la varier autant que possible et cela l'a conduit à de nombreux essais comparatifs et à un examen méthodique des divers procédés signalés. Il a été ainsi amené à les codifier, en quelque sorte, par la publication d'un *Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique*, publié en collaboration avec A. Bolles-Lee qui a été utilisé dans tous les laboratoires et a eu trois éditions.

Ses recherches nombreuses et variées sur la structure et la division de la cellule, avaient fourni à Henneguy, dès 1893, alors qu'il suppléait Balbiani, le sujet de cours au Collège de France et il en a tiré un ouvrage important: *Leçons sur la cellule; morphologie et reproduction* (1), qui a rendu de grands services et qui, en dehors d'une

(1) Gd in-8°, XX, 544 p., 362 fig., Paris (Carré) 1896.

documentation très considérable et, à l'époque, très à jour, renfermait de nombreux résultats personnels en partie inédits.

Plus tard, en 1923, il a encore publié un petit livre destiné à un public étendu, *La vie cellulaire, études de Cytologie* (1), où se réflète sa profonde connaissance de tout ce qui concerne la cellule.

C'est aussi, mais plus indirectement, à la cytologie que se rapportent beaucoup des travaux que Henneguy a publiés sur divers Protozoaires, car presque tout ce qui concerne la structure de ces êtres est nécessairement problème de nature cellulaire. Je rappellerai sommairement ici les intéressantes observations faites par lui, en 1876-1878, sur des Volvox (*Volvox dioicus*), dont il a suivi l'évolution aux diverses périodes de l'année; la découverte et l'étude de plusieurs espèces intéressantes: *Costia necatrix*, Flagellé ectoparasite des alevins de Truite, qui s'y multiplie avec une extrême rapidité et les tue; *Ascobius lentus*, Infusoire Hétérotriche trouvé dans les bassins du Jardin des Plantes de Montpellier; *Fabrea salina*, autre Hétérotriche des marais salants du Croisic, intéressant, en dehors de sa structure, par sa grande euryhalinité, en rapport avec les variations considérables de la salure dans les milieux où il vit. Henneguy a étudié les variations que cet organisme présente dans ces conditions variées. Il a décrit d'autre part d'intéressantes formes du groupe des Sporozoaires, ou étudié leur reproduction: telle son étude de la sporulation d'une Grégarine parasite de l'appareil génital des Lombrics, *Monocystis agilis*, celle d'une autre Grégarine vivant dans le cœlome des Ophélies de la baie du Croisic (*Rhytidocystis opheliae*). Avec P. Thélohan, il a étudié des Microsporidies des muscles de la Crevette rose et d'autres Crustacés.

Presque tous les travaux publiés par Henneguy se rattachent à des problèmes cytologiques. C'est encore le cas pour les intéressantes observations qu'il a faites sur l'œuf et les cellules vitellogènes

(1) In-12, 160 p. Collection Payot.

des Trématodes, en particulier de *Distomum hepaticum*; dans l'étude des insertions musculaires sur la cuticule chez les Arthropodes; dans celle des cellules myo-épithéliales de Bryozaires ectoprotes (*Alcyonidium, Bugula*), dans ses recherches sur l'histologie des Mollusques Nudibranches, etc...

Ses travaux sur la biologie des Insectes forment un ensemble assez différent. Son enseignement aux écoles de Versailles et de Grignon, sa participation aux recherches appliquées du Ministère de l'Agriculture (il a notamment étudié les moyens de lutte contre l'Anthonome du Pommier), sa collaboration avec Balbiani à l'étude du cycle du Phylloxera, l'ont amené à s'occuper de maintes questions entomologiques et à prendre, pendant plusieurs années, la biologie des Insectes comme sujet de son cours. Je citerai encore, parmi ces travaux, ses intéressantes constatations relatives à l'œuf des *Phyllium*, ces curieux Phasmides exotiques, dont les ailes ressemblent étonnamment aux feuilles des arbres sur lesquelles ils vivent. L'œuf de ces animaux rappelle d'une façon frappante, une graine (akène) et la coupe du chorion qui enveloppe ces œufs a une structure qui, elle aussi, a l'aspect d'un tissu végétal. Il a été conduit naturellement à composer un livre magnifiquement édité, *Les Insectes, morphologie, reproduction, embryogénie* (1), qui est un des plus importants qui aient été publiés en France dans le domaine de l'entomologie, envisagée du point de vue de la biologie générale moderne. Ce livre a rendu d'éminents services à tous les travailleurs. Non seulement il leur a fourni une documentation précise et étendue sur les travaux alors les plus récents, mais, comme dans d'autres ouvrages, Henneguy y avait introduit nombre de résultats de ses recherches personnelles sur l'histologie et l'embryogénie des Insectes.

Je ne puis, dans le cadre de cette notice, entrer davantage dans le détail des recherches de Henneguy. Ce qui précède suffit à montrer à la fois leur variété, leur étendue et l'unité générale qui les caractéri-

(1) Paris (Naud), 1901, g^d 8°, 650 p., 550 fig., 4 planches coloriées.

se. Il convient de rappeler aussi la part qui lui revient dans les travaux qu'il a inspirés à ses élèves, dans son laboratoire. Plusieurs de ces élèves ont eu eux-mêmes une carrière de chercheurs honorables ou brillants, A. Lécaillon, M^lle^ M. Loyez, M^me^ A. Drzevina, E. Guieysse-Pellissier, R. Legendre, E. Fauré-Frémiet, qui lui a succédé dans sa chaire du Collège de France; ils lui ont dû leur formation scientifique plus ou moins complète.

Les ouvrages généraux de Henneguy témoignent de son souci de synthèse et, à ce point de vue, il faudrait noter encore d'assez nombreux articles publiés par lui à diverses époques, où sont envisagées et commentées les tendances générales de la Biologie contemporaine, à la lumière d'une érudition étendue et précise. C'est dans cette catégorie de publications que se marque la prudence de son jugement, parfois un peu trop empreint de réserve et même de scepticisme. Strictement attaché aux faits positifs, on peut regretter qu'il ait parfois trop craint les déductions qu'ils suggèrent. En particulier, il n'a jamais voulu se rallier à celles que la grande majorité des biologistes de son temps ont tirées des données cohérentes et générales fournies par les chromosomes du noyau dans la division des cellules et surtout dans la fécondation de l'œuf et aux théories qui, à partir de ces faits, ont été édifiées sur l'Hérédité. Président d'honneur de la Société zoologique de France en 1922, il a tenu à manifester tout son scepticisme à cet égard. Il n'en reste pas moins qu'au cours des cinquante dernières années, ces théories ont été la source d'un mouvement de recherches énorme, qui va d'ailleurs toujours en s'intensifiant, et que les hypothèses formulées ont trouvé, sur des points nombreux et fondamentaux, des vérifications multiples et impressionnantes. Le détail des conceptions ainsi formulées subira peut-être par la suite un déchet inévitable et la Génétique de l'heure présente ne restera peut-être pas littéralement celle de l'avenir. Mais elle aura préparé celui-ci et la hardiesse de ceux qui l'ont construite nous a conduits, dès maintenant, à une représentation générale, cohérente et susceptible de prévisions vérifiées, dans un domaine qui jusque là

n'offrait qu'une confusion chaotique. Ne voulant voir que les lacunes subsistant dans les faits d'ordre cytologique mis en œuvre. Henneguy se refusait à dissocier, quant à l'hérédité, les éléments divers qui constituent la cellule, cytoplasme et noyau, ne voulant pour sa part, que considérer dans leur ensemble «les interactions qui ont lieu entre les complexes colloïdaux du cytoplasme et du noyaux.» Nos connaissances, ajoutait-il, sont trop peu avancées pour nous permettre d'expliquer de façon satisfaisante les phénomènes d'hérédité! Aussi, se gardait-il, quant à lui, de formuler une théorie nouvelle pour remplacer celles qu'il essayait de ruiner et se bornait-il à un aveu d'ignorance. N'est-il pas permis de remarquer que cette position, défendable du point de vue d'une logique impitoyable, et purement négative, ne permet aucun progrès et qu'au contraire, certaines audaces sont amplement légitimées quand elles conduisent à des vues nouvelles coordonnées et trouvent, dans les expériences qu'elles ont suggérées, des confirmations de faits multiples, même si elles ne permettent pas d'accéder complètement au déterminisme élémentaire ultime des phénomènes. Il est significatif que, depuis la mort de Henneguy, les constructions de la théorie chromosomique de l'hérédité ont pu se renforcer singulièrement par la considération de la structure fine des noyaux de la glande salivaire des Diptères, décrite, en 1881, comme une simple curiosité cytologique, par Balbiani, chez les larves de Chironomes.

Chaque homme de science a son tempérament particulier, qui se reflète dans les questions qu'il étudie. Henneguy était avant tout un observateur minutieux et scrupuleux, qui a, grâce à cela, produit une série de travaux solides et il avait, peut-être à son insu, été renforcé dans son attitude générale de prudence, en constatant ce qui avait été caduc dans l'œuvre de son maître et prédécesseur, Balbiani. Il n'y a pas à reprocher à ce dernier l'audace de ses interprétations. Le temps s'est chargé de les rectifier et leur insuffisance tenait, pour une large part, à ce qu'elles intervenaient dans l'étude de problèmes qui, à bien des égards, avaient devancé leur temps. Elles

ont d'ailleurs servi à ceux qui les ont corrigées, en leur fournissant un point de départ et, malgré l'importance majeure de la rigueur dans la déduction scientifique, on ne saurait nier que, dans le défrichement des domaines aussi complexes que ceux des phénomènes de la Vie, l'aphorisme *Audaces fortuna juvat* offre une grande part de vérité. Il ne faut d'ailleurs pas plus reprocher à Henneguy la prudence parfois excessive dont il a fait preuve, qu'à Balbiani une imagination vive et parfois fallacieuse: L'un et l'autre ont bien servi la Science, à laquelle ces deux hommes ont donné toute leur vie.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

JULES-LOUIS BRETON

LUE EN LA SÉANCE DU 12 AOÛT 1940

PAR

M. GEORGES PERRIER

Président de l'Académie des sciences.

J'ai le douloureux devoir de faire part à l'Académie de la mort de notre confrère Breton, décédé à Bellevue le vendredi 2 août dans sa soixante-neuvième année.

Jules-Louis Breton, né le 1er avril 1872, à Courrières (Pas-de-Calais), a eu une carrière à la fois politique et scientifique. Député du Cher en mai 1898 à vingt-six ans, et toujours réélu à de fortes majorités, il devint sénateur en 1921. Il fut au Parlement l'auteur ou le rapporteur de nombreuses lois sociales (notamment celle interdisant l'emploi de la céruse dans les travaux de peinture et celle dite *loi*

Breton relative aux dommages causés par les maladies professionnelles. Il soutint avec ardeur toutes les mesures propres à relever notre natalité. Titulaire en janvier 1920 du premier *Ministère de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociales*, il porta plus particulièrement son attention sur la santé publique, les familles nombreuses et l'amélioration des logements ouvriers.

Mais, s'il fut très absorbé par les travaux législatifs, il n'abandonna point les études et recherches scientifiques. «Je n'ai d'ailleurs» a-t-il écrit «jamais cessé de vivre dans mon laboratoire et les trop rares moments que je pouvais y consacrer à des travaux scientifiques furent toujours les meilleurs de ma vie.»

Ces travaux de Jules Breton se répartissent en deux catégories.

Les uns sont des recherches d'ordre électrique (ampoules radiographiques, dynamos, action des ondes sur les limailles, courants de grande fréquence, etc.).

Les autres, sur les peintures, ont été inspirés à Jules Breton par le désir de connaître à fond la question quand il fut chargé en 1903 du Rapport parlementaire sur le projet de loi tendant à prohiber l'emploi de la céruse dans les travaux de peinture (étude comparative des peintures à base de plomb et de zinc, nature physique et chimique des différentes peintures, leur pouvoir couvrant, émanations toxiques des peintures fraîches à base de céruse, etc.).

Dès le début de la guerre 1914-1918, Jules Breton fut frappé par l'importance considérable que prenaient les réseaux de fil de fer et les tranchées et par les difficultés éprouvées pour venir à bout de ces obstacles à l'aide des moyens couramment pratiqués: mines et artillerie. Au mois de novembre 1914, il envoya au Ministre de la Guerre un premier projet d'engin automobile pour la destruction des réseaux; il obtint d'en faire construire un modèle, expérimenté en janvier 1915. Il modifia ensuite ce modèle et le rendit apte à circuler en tous terrains et à franchir des tranchées par l'utilisation de tracteurs à chenilles. Il reconnut aussi la nécessité de le munir d'un blindage et d'un armement (canon ou mitrailleuse). Le char de com-

bat était né. En décembre 1915, dix de ces premiers chars caterpillars furent mis en commande aux Établissements Schneider par la Section technique du Génie et peu après toutes les questions de cette nature ayant été rattachées au Sous-Secrétariat d'État de l'Artillerie et des Munitions, ce fut Albert Thomas qui prit l'heureuse décision de porter à 400 puis à 800 le nombre des chars commandés. On se rappelle que, mal employés au cours du premier usage massif qui en fut fait lors de l'offensive du 16 avril 1917, ces engins, sans cesse perfectionnés et plus rationnellement utilisés, furent en 1918 un des principaux motifs de notre victoire. Hélas cette invention, française d'origine, vient d'être un des facteurs de notre récent désastre!

En 1919, certaines contestations s'élevèrent sur l'origine de nos chars. La controverse qui s'ensuivit, toujours courtoise, mit aux prises Jules Breton et un de nos plus éminents généraux d'artillerie, placé alors à la tête de nos chars de combat et qui a laissé une trace lumineuse dans son arme. Chacun sait qu'à part de bien rares exceptions, une invention définitivement au point n'est pas le résultat des méditations et des efforts d'un seul homme. On ne peut donc trancher en faveur de l'une ou de l'autre des parties une question si délicate, mais on peut affirmer que Jules Breton, après avoir eu l'idée de l'engin offensif, du char de combat, poursuivit sa mise en œuvre avec une ténacité passionnée, au milieu de difficultés de tout genre, comme les difficultés administratives, l'ignorance ou la mauvaise foi de ceux auxquels il avait à faire, et qu'il parvint, en faisant partager à tous sa conviction, à la construction du char de combat, et à la conception de son utilisation tactique massive.

Les travaux de Jules Breton dans des domaines si divers le conduisirent naturellement à faire partie dès septembre 1914 de la *Commission supérieure des Inventions intéressant la Défense nationale*. En novembre 1916, il devenait *Sous-Secrétaire d'État des Inventions intéressant la Défense nationale*; puis en avril 1917 tous les Services militaires techniques passèrent sous ses ordres directs, il fut *Sous-*

Secrétaire d'État des Inventions, des Études et des Expériences techniques. Après la suppression de ce Sous-Secrétariat d'État en novembre 1917 pour diminuer le nombre des membres du Gouvernement, Jules Breton accepta de diriger encore «en mission non rétribuée» tous les travaux entrepris par cet important organisme. Après l'armistice, il resta toujours «en mission non rétribuée» à la tête de la *Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*, œuvre de paix substituée à l'œuvre de guerre qu'il a dirigée. Quand cette direction fut transformée par la loi du 19 décembre 1922 en *Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*, Jules Breton devint naturellement Directeur de celui-ci. Alors s'ouvrit à Bellevue un vaste domaine à son activité. Entouré de collaborateurs d'élite, il donna aux recherches de toute nature une impulsion féconde. Il serait trop long de les énumérer ici. Il fut le chef qui conseille et qui dirige. A ce titre, ces recherches, même en n'étant point son œuvre personnelle, sont pour lui de beaux titres scientifiques.

On lui doit la création du Salon des Arts ménagers dont les importants bénéfices ont contribué très largement au fonctionnement de l'Office.

Jules Breton conserva ses fonctions de Directeur de l'Office jusqu'à sa mise à la retraite en 1936. Les circonstances de cette retraite, les attaques plus ou moins intéressées dont l'Office avait été l'objet, sa suppression ou plutôt sa transformation, sont encore présentes à toutes nos mémoires. Elles ne furent pas sans attrister profondément les dernières années de notre confrère.

Le 29 novembre 1920, l'Académie des Sciences l'avait appelé dans son sein, à titre de membre libre, succédant à Adolphe Carnot. Ceux de nos confrères qui appartenaient à l'Académie dans ces temps déjà lointains, se rappellent sans doute les circonstances de cette élection mouvementée. Jules Breton n'avait pas posé sa candidature en temps voulu et la Commission chargée de dresser la liste des candidats, ne put y inscrire son nom. Quand cette liste fut présentée à

l'Académie, en Comité secret, de nombreux membres demandèrent que le nom de Jules Breton y fut ajouté. Douze académiciens prirent la parole en sa faveur, parmi lesquels le Maréchal Foch qui rappela le rôle joué par lui dans l'invention des chars de combat. Il fut ajouté à la liste à la presque unanimité de 46 voix sur 48 et élu à la séance suivante.

Hélas depuis longtemps, il n'assistait plus à nos séances. Un mal implacable le clouait dans son fauteuil. Presque entièrement paralysé, ne voyant plus que d'un seul œil, c'est par des mouvements de lèvres transmis à d'ingénieux dispositifs qu'il arrivait à participer à toutes les manifestations de notre vie active contemporaine. Il pouvait ainsi ouvrir ou fermer sa fenêtre, téléphoner, exécuter électriquement sur un tableau noir les schémas de ses projets, tourner les pages d'un livre, boire dans un gobelet, amener sa nourriture à portée de sa bouche, regarder à l'aide d'une lunette par la fenêtre de sa villa, etc.. Après quarante années d'existence politique et scientifique intense, son cerveau avait conservé toute sa lucidité, mais privé de l'aide indispensable de ses appareils, son corps n'était plus qu'une masse inerte à la merci de sa secrétaire et de son *ange gardien*. Imaginons-nous ce qu'a été pendant de longues années le martyre d'un confrère qui a tant fait pour le pays, qui a si courageusement supporté son destin douloureux. Souhaitons de trouver, dans la détresse présente de la France, beaucoup d'hommes comme Jules Breton.

FUNÉRAILLES

DE

HENRI COLIN

Membre de la Section de Botanique,

à PARIS

le mercredi 24 mars 1943.

DISCOURS

DE

M. AUGUSTE CHEVALIER

Membre de l'Académie des sciences.

MONSEIGNEUR,
MESSIEURS,

Au nom des membres de l'Académie des Sciences, j'adresse un suprême adieu à notre regretté confrère, le chanoine Henri Colin, qu'une mort foudroyante nous a enlevé la veille même du jour où il devait venir faire, à notre séance du lundi, une communication qu'il avait préparée la semaine précédente. Il appartenait depuis six années à peine à l'Institut et ce temps avait suffi pour qu'il se fit

estimer de tous ses confrères. Homme affable, d'une grande simplicité, accueillant à tous, il était toujours attentif à deviner sur les lèvres, la pensée de ceux qui l'abordaient, malgré la triste infirmité, cette surdité complète, dont il était affligé depuis 1914. Quand il ne vous comprenait pas, il avait aux lèvres un fin sourire interrogatif et sollicitait du regard de nouvelles explications de votre part; jamais il ne restait un isolé parmi nous. Bien au contraire, de nombreuses amitiés étaient allées à lui. Il avait souvent des communications intéressantes à faire; parfois elles étaient de lui, plus souvent de l'un des élèves de la pléiade de jeunes savants qu'il avait formés et dont il encourageait les travaux.

M. Henri Colin était né à Bains-les-Bains, petit village des Vosges, d'une famille de simples ouvriers. Il fit ses études au Petit Séminaire de Saint-Dié. A la suite d'un accident, il dût arrêter provisoirement ses études ecclésiastiques en 1901. C'est pour lui permettre de se rétablir, en suivant un traitement approprié, que le diocèse de Saint-Dié l'autorisa à commencer ses études scientifiques à l'Institut catholique de Lille. Il y prépara la licence ès-sciences naturelles. Passionné dès ce moment pour les sciences de la nature, il fit plusieurs séjours au Laboratoire d'Ambleteuse et il fut sur le point d'orienter ses recherches vers la Géologie.

Sa santé rétablie, il était ordonné prêtre à St Dié en 1904. En 1906 il vient à l'Institut catholique de Paris, il y prépare une licence de sciences physiques, puis il s'oriente définitivement vers la physiologie végétale. A la Sorbonne, il devient l'élève de Gaston Bonnier et de notre éminent confrère M. Marin Molliard. Sa voie est trouvée. Dès 1909, il prépare une thèse de doctorat ès-sciences sur les diastases hydrolysantes: *Hydrolyse de quelques polysaccharides par le Botrytis cinerea*. Il la soutient fin janvier 1911. Presque immédiatement après il est nommé maître de conférences à l'Institut catholique de Paris et pendant plusieurs années il mène de front son enseignement avec aussi des cours réguliers à l'Institut catholique de Lille.

Des bourdonnements d'oreilles très pénibles commencent à l'affecter dès ce moment, sans interrompre son travail; il en souffre d'autant plus qu'il est excellent musicien et qu'il pratique le violon.

En janvier 1914, une fièvre typhoïde extrêmement violente le met à deux doigts de la mort. Il se rétablit cependant et il peut reprendre ses travaux au point précis où il les a laissés. Mais hélas! il a perdu l'ouïe, ce sens si précieux. Il fait pendant des années de grands efforts pour refaire son éducation auditive, mais en vain. A force de patience et d'attention, aidé par l'abbé Rousselot, professeur de phonétique au Collège de France, il apprend la lecture sur les lèvres et grâce à cela il ne sera pas un isolé complet parmi ses confrères et ses élèves. Grâce à cette rééducation, à sa vive intelligence, il pourra converser avec eux, mais il doit avoir toujours l'esprit tendu et ses yeux constamment chercheront à pénétrer la pensée de ceux qui lui parlent. A tout prendre, son infirmité a développé beaucoup chez lui le sens de l'observation et de la compréhension des choses par les yeux.

Nous l'avons vu en 1933, lors d'une excursion que nous fîmes ensemble, aux îles anglo-normandes, avec une acuité merveilleuse, parmi les algues qui tapissent les rochers submergés des Écréhou, découvrir les espèces rares qu'il recherchait et qu'aucun parmi nous n'avait aperçues.

Nommé maître de conférences à l'Institut catholique de Paris en 1911, il y devint professeur de Physiologie végétale en 1921 et il occupait encore cette chaire avec distinction quand la mort l'a frappé. Il n'avait pas attendu du reste sa nomination de professeur pour former des élèves; dès 1914, il publie des notes avec plusieurs d'entre eux. En 1916, pendant la grande guerre, il fut versé dans le service auxilliaire et affecté au Val-de-Grâce, au Laboratoire bactériologique de notre éminent confrère M. le Dr Vincent. Il y travailla d'abord sous l'uniforme militaire, puis rendu à la vie civile, il continua à assurer son service jusqu'à la fin de la guerre, mais en reprenant la soutane. Pendant ce temps, il put heureusement continuer à faire

des recherches et se dévouer à son enseignement de l'Institut catholique.

Le nombre des élèves qu'il a formés est très grand.

« Son enseignement, a écrit l'un d'eux, était extraordinairement vivant et riche; il éveillait chez ses élèves de nombreuses vocations scientifiques : 18 thèses sorties de son Laboratoire ont fait de M. Colin un véritable chef d'École ».

En 1933, il fut sur le point d'être nommé professeur de Physique végétale au Muséum National d'Histoire naturelle. Il avait été présenté en première ligne au choix du Ministre, à la fois par l'Assemblée des Professeurs du Muséum et par l'Académie des Sciences. Nous escomptions sa nomination quand fût promulguée une loi absurde prescrivant, par mesure d'économie, la réduction de 10 0/0 des chaires dans les grands établissements scientifiques. La chaire de physique végétale du Muséum fut supprimée. Mais les beaux travaux de physiologie végétale de M. Colin allaient lui ouvrir quatre ans plus tard les portes de l'Institut.

Ses recherches se rapportent surtout à la physiologie des plantes, spécialement à la nature, à la genèse et aux transformations des glucides qu'elles élaborent. La betterave sucrière fût, pour ses études, une plante de prédilection.

Le problème de la formation du saccharose dans la betterave avait été déjà l'objet des recherches de savants, tels que Payen, Duchartre, Berthelot, Frémy, Boussingault, pour ne citer que les Français. Le problème est difficile à résoudre parce qu'il se rattache étroitement à celui de la phytosynthèse. Colin montra que si le saccharose est le premier sucre formé dans les cellules chlorophylliennes du limbe de la feuille, il ne cesse de s'hydroliser en passant du parenchyme vert dans le pétiole, et au voisinage du collet, les pétioles ne renferment plus que du sucre réducteur.

La saccharogénèse ne dépend donc pas seulement du bouquet foliaire et de sa teneur en chlorophylle, elle dépend de tout le métabo-

lisme de la plante, suivant les variétés et les conditions de développement et de milieu.

« Découvrir dans une plante, a-t-il écrit, un principe insoupçonné est certainement l'une des grandes joies qu'on puisse se permettre dans les recherches de physiologie. Le chimiste n'ira pas plus loin, mais le naturaliste ne s'en tiendra pas là, il sera curieux de l'ambiance où le corps en question prend naissance, de sa localisation, de son rôle possible, de sa répartition dans les divers groupes de plantes. Ce faisant il rejoindra le botaniste qu'il soit systématicien, anatomiste ou cytologiste.

« De même l'étude d'une des grandes fonctions de la plante, respiration, assimilation chlorophyllienne, nutrition minérale, peut être entreprise aussi bien par le chimiste que par l'agronome ou le physiologiste, mais ce dernier saura mieux que les autres choisir les cas convenables pour une étude comparée de ces phénomènes dans la série des végétaux.

« Quant à la genèse des principes, à leur localisation dans les organes de la plante, à leurs migrations, aux transformations qu'ils subissent en cours de route, ces études ne peuvent être abordées utilement qu'à la lumière des connaissances approfondies sur les différents chapitres de la botanique.

« Tant qu'on s'est borné, ajoute-t-il, à analyser en bloc les feuilles de betterave, les théories de la saccharogénèse sont restées insuffisantes. La vérité s'est fait jour dès qu'on a pris la peine d'examiner séparément le parenchyme vert, les nervures, les pétioles à différents niveaux, on s'est aperçu aussitôt que formé d'emblée dans la cellule à chlorophylle le sucre n'émigre pas en nature, mais sous la forme de sucre réducteur que la racine ramène à l'état de saccharose.

Parlant des recherches qui se font dans les maisons de sélection et dans les Instituts sucriers privés ou corporatifs, Colin ajoute : « Le savant désintéressé garde toujours sur le technicien, l'avantage d'une

plus grande liberté d'esprit, d'une culture plus étendue, d'une connaissance plus vaste du règne végétal. A lui de tirer parti de ces travaux utilitaires, d'en vérifier les résultats, d'en généraliser les conclusions, souvent un peu étroites, pour les incorporer à la Biologie générale. « L'enseignement supérieur vise avant tout à susciter de nouvelles recherches. J'en ai usé constamment de la sorte avec mes élèves, sans négliger pour autant les œuvres de haute vulgarisation ». Telle était sa saine manière de comprendre la marche de la science.

Les travaux de notre regretté confrère se sont étendus à beaucoup d'autres branches de la physiologie végétale et de la chimie biologique.

Elles concernent les Composées à inuline et les Monocotylédones à fructosanes, les sucres des algues et des champignons, le mécanisme des réactions diastasiques, puis la génétique et la biologie des hybrides et des greffes.

A la suite de certains travaux tendant à la notion d'hybrides de greffe, il fut amené à préciser les conditions dans lesquelles s'effectuaient les échanges de substances migratrices fondamentales, telles que les sucres, entre les plantes associées par la greffe. La méthode qu'il adopta est des plus simples et des plus élégantes.

Ses derniers travaux ont porté sur les matières pectiques et la mort est venue les interrompre. Les milieux industriels, sucriers et brasseurs en particulier, avaient souvent recours à sa science. Il prêta son concours le plus actif à l'Institut international de la Betterave sucrière, dont le siège est à Bruxelles.

En 1921, il était nommé membre du conseil de l'Association des chimistes de distillerie et de sucrerie. En 1932, l'Institut belge de la Betterave lui faisait le même honneur. Il avait été trois fois lauréat de l'Académie des Sciences.

En 1920, l'Association des chimistes de Sucrerie lui avait accordé sa médaille d'or, mais sa modestie était telle qu'il n'avait jamais fait

état de ces récompenses. Par son caractère droit et sa grande modestie, il avait acquis près de ses confrères les plus vives sympathies et l'affection de beaucoup. Nous attendions encore de beaux travaux de lui. Dimanche dernier, il s'en allait herboriser, observer et méditer dans la Nature, par une belle après-midi printanière, lorsque la mort nous l'a subitement enlevé. Espérons que l'un de ses élèves achèvera le travail qu'il avait conçu et qu'il n'a pu finir.

L'œuvre scientifique de l'abbé Colin lui survit. Quant à nous, nous garderons toujours le souvenir de ce confrère aimable, dont la belle intelligence se rehaussait des plus hautes qualités morales.

FUNÉRAILLES

DE

JOSEPH BETHENOD

Membre libre de l'Académie des Sciences,

à PARIS,

le jeudi 24 février 1944.

DISCOURS

DE

M. MAURICE DE BROGLIE

Membre libre de l'Académie des Sciences.

Lundi dernier, à la séance de l'Académie des sciences, une nouvelle se répandait qui frappait de stupeur ceux qui la recueillaient. Joseph Bethenod venait de succomber, foudroyé par un mal subit. Sur le visage de ses Confrères, ce n'était pas seulement la tristesse qui pouvait se lire, mais plus encore l'émotion de ceux qui voyaient disparaître un savant de très haute valeur et un homme qui portait empreintes sur ses traits la douceur et la bonté, un homme qu'il suffisait d'approcher pour devenir son ami.

Ses travaux avaient, dès sa jeunesse, attiré l'attention sur lui. André Blondel qui faisait autorité en matière d'électrotechnique avait rencontré dans sa personne son meilleur assistant. Tour à tour, les plus délicates applications du courant alternatif, les problèmes les plus difficiles de radioélectricité comme les questions les plus ardues de la traction mécanique devaient recevoir de son esprit ingénieux des solutions élégantes et définitives. Mais l'ampleur de son talent ne se bornait pas à la science appliquée; les théories de l'électricité, la philosophie et l'histoire des sciences retenaient son attention et portaient, quand il les exposait, la marque de la profondeur de sa vaste intelligence.

Joseph Bethenod avait des attaches anciennes et nombreuses dans les divers milieux scientifiques et industriels auxquels il avait apporté son concours.

En plus de la Société Française des Électriciens qu'il avait présidée en 1936, il appartenait notamment encore aux groupes suivants:

La Société Française radioélectrique (à la constitution de laquelle il a participé), la Société alsacienne de constructions mécaniques, la Société générale de constructions électriques et mécaniques, la Société Paris-Rhône, la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.

Hier encore, ses amis et ses admirateurs avaient tenu à lui remettre son épée d'académicien et une médaille frappée à son effigie. Hélas! c'est aujourd'hui tout ce qui leur reste de son trop court passage parmi eux. Mais son souvenir vivra dans le cœur de chacun d'eux, et tous s'associent pour apporter par ma voix, au nom de l'Académie des Sciences, de l'Institut de France et de toutes les Sociétés scientifiques et industrielles auxquelles Joseph Bethenod consacrait sa précieuse activité, à Madame Bethenod ainsi qu'aux membres de sa famille, l'expression de leurs condoléances les plus profondes et de leurs regrets les plus douloureux.

CÉRÉMONIE

DU CENTENAIRE DE LA NAISSANCE

DE

ÉDOUARD BRANLY

A L'INSTITUT CATHOLIQUE,

à PARIS,

le samedi 27 mai 1944.

DISCOURS DE M. MAURICE DE BROGLIE

de l'Académie Française,
Membre de l'Académie des sciences.

MESSEIGNEURS (1),

MESDAMES,

MESSIEURS,

Le bureau de l'Académie des Sciences m'a désigné pour représenter cette Compagnie et apporter un hommage à la mémoire d'Édouard Branly à l'occasion du centenaire de sa naissance, en souvenir de l'illustre confrère que nous avons perdu il y a quelques années.

L'œuvre principale de Branly, son rôle dans l'origine de la télégraphie sans fil sont trop connus et ont été développés trop souvent

(1) S. E. le Cardinal Suhard, archevêque de Paris: Mgr Calvet, pro-recteur de l'Institut Catholique.

pour qu'il soit nécessaire de les retracer encore devant vous et dans ces lieux qu'il a illustrés. Ce que je voudrais évoquer aujourd'hui, c'est autre chose, c'est la figure si personnelle et si originale du savant qui naquit il y a cent ans, c'est la catégorie de chercheurs à laquelle il s'apparente, c'est l'époque de la science physique à laquelle il appartenait par sa génération. Il ne faut pas oublier — et l'anniversaire même que nous célébrons doit nous le rappeler — que le cadre de l'activité scientifique d'un savant qui approchait de la soixantaine en 1900 appartint en réalité au siècle dernier bien que la télégraphie sans fil soit, certes, une des caractéristiques du vingtième siècle et en ait, à tant de points de vue, imprégné les mœurs et formé, ou peut être déformé, la mentalité.

Les premiers travaux de Branly remontent à 75 ans, en 1869, il collaborait alors avec Desains et étudiait, dans les montagnes de la Suisse, l'absorption exercée par la vapeur d'eau de l'atmosphère sur le rayonnement solaire, trois ans après il soutenait une thèse de doctorat sur les phénomènes électrostatiques dans les piles. On trouve déjà là un caractère de sa carrière de physicien.

Dans l'exploration d'un terrain inconnu qui se présente aux chercheurs, il y a des pionniers, des défricheurs qui avancent un peu au hasard, rencontrant ça et là des faits isolés que leur flair ou leur chance amène sous leurs pas, ce fut le cas général des savants du XVII^{e} et du XVIII^{e} siècle et souvent encore la méthode de travail des physiciens et des chimistes du XIX^{e}, tandis que les sciences naturelles commencent à peine à sortir maintenant de cette phase.

Il faut d'abord constater des faits isolés, puis les choisir et les grouper avant d'arriver aux synthèses et aux généralisations qui permettent les prévisions et ouvrent des vues sur de larges horizons.

L'aspect et le matériel des laboratoires reflètent ces diverses périodes. L'outillage est d'abord très simple, c'est souvent avec des instruments rudimentaires que beaucoup de grandes découvertes ont été faites. Sans parler de la propriété des cohéreurs sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, on peut dire que les savants de l'é-

poque de Coulomb et de Volta, contemporains de la Révolution et du Premier Empire, auraient pu, avec un peu de chance, découvrir la radioactivité cent ans avant Becquerel et Curie puisqu'ils connaissaient les électroscopes à feuilles d'or et qu'ils auraient pu les approcher d'un minerai radioactif comme les minerais d'uranium et de thorium. On peut être sûr qu'il existe encore des phénomènes inconnus dont chacun de nous pourrait déceler les manifestations avec les simples objets dont il est entouré, mais cependant cela devient de plus en plus rare puisqu'évidemment tout ce qui saute aux yeux a déjà été trouvé.

Graduellement les appareils se sont compliqués. Pour les mesures très précises que demandent les évaluations numériques, si l'on fait passer la recherche du domaine qualitatif au domaine quantitatif, il faut des instruments de précision; certaines recherches nécessitent aujourd'hui des appareils si complexes et si coûteux qu'avec eux le laboratoire devient une usine avec des ingénieurs et des contremaîtres et, par une sorte d'ironie, c'est souvent dans le domaine de l'infiniment petit, objet de tant de travaux actuels, qu'il faut des appareils gigantesques et des moyens énormes.

Mais revenons à Branly, sa thèse avait pour objet l'étude des piles, non pas au point de vue du courant qu'elles produisent, ce qui est le cas habituel, mais vis-à-vis des phénomènes d'électricité statique dont elles sont naturellement aussi le siège; il faut songer qu'en 1872 les noms si familiers des volts et des ampères pour les unités électriques n'étaient pas encore en usage et que, pour la mesure des charges électriques, Branly utilisait encore la balance à répulsion que Coulomb employait à la fin du XVIII^{e} siècle! Il y joignit bientôt l'électromètre à quadrants, appareil beaucoup plus sensible et vérifia les principales lois de l'accouplement des éléments d'une batterie et les divers raisonnements qui relient les courants électriques aux différences du potentiel qui existent entre les deux pôles d'une pile électrique.

Longtemps après, vers 1890, il entreprit une série de recherches sur des phénomènes curieux, très mal connus alors et dont l'étude poursuivie surtout en Angleterre et en Allemagne devait constituer un des principaux chemins d'accès aux découvertes qui forment la base de la Physique atomique actuelle, en même temps qu'elle devait conduire, un peu par hasard, Branly lui-même à découvrir les radioconducteurs.

Les premiers physiciens qui étudiaient l'électricité au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècle avaient bien aperçu qu'en chargeant des corps métalliques, en les touchant avec un corps électrisé, on voyait la charge électrique se conserver à condition de fixer le corps chargé sur un support isolant. La charge se conservait plus ou moins longtemps; on s'était aussi aperçu de ce fait assez étonnant que la déperdition des charges positives et des charges négatives n'avait pas la même allure, mais on attribuait généralement, aussi bien pour les charges positives que pour les charges négatives, la déperdition lente observée à des circonstances accessoires comme l'humidité de l'air ou des supports isolants.

Cette question fit peu de progrès jusque vers les dernières années du XIX^e^ siècle. A l'époque où Branly l'étudia, on avait récemment reconnu que la lumière, et surtout la partie ultra-violette du spectre, déchargeait assez rapidement les corps électrisés quand leur charge était négative. C'est cela que Branly voulut examiner de près. Pour avoir une source de lumière riche en rayons ultra-violets, il s'adresse aux étincelles courtes et brillantes que donne une bobine de Ruhmkorff dont les pôles sont reliés aux armatures d'un condensateur. Sans le chercher, il introduisait ainsi une forme oscillante de la décharge et rencontrait là ces ondes électriques qui nous sont devenues aujourd'hui si familières.

Avec sa méthode habituelle, sa minutie expérimentale, Branly réalisa toute une longue série d'observations en faisant varier les isolants, les sources de lumière et toutes les autres conditions de l'expérience.

En réalité, les choses étaient compliquées par ce que l'on appelle

l'ionisation des gaz, qui communiquait à l'air une conductibilité propre et les résultats, qui tournaient autour du phénomène photo-électrique découvert par Hertz quelques années avant, n'apportaient pas à Branly une solution bien nette de ce qu'il cherchait. Son esprit curieux et un peu têtu avait plus de propension à scruter les petits détails, souvent très importants, d'un phénomène qu'à intégrer l'ensemble de ses observations dans une théorie générale. C'était là à la fois la force et la faiblesse de sa conception des recherches physiques. Cette tendance, que l'on retrouve chez lui à toutes les périodes de son existence, le range précisément dans une catégorie de savants assez nombreux autrefois, mais qui deviennent aujourd'hui beaucoup plus rares; elle devait le conduire à la découverte des tubes à limaille et aussi l'éloigner des conséquences générales de sa découverte, pour l'étude des ondes électriques en elles-mêmes.

Chemin faisant, Branly observa aussi un résultat qu'il ne chercha malheureusement pas à approfondir. Il trouva qu'un disque de bismuth chargé présentait une déperdition électrique même à l'obscurité; cette déperdition, relativement importante, était la même pour les deux électricités et n'apparaissait que sur un petit nombre d'échantillons de bismuth parmi ceux dont il disposait. Bien probablement il s'agissait là d'un phénomène de radioactivité, dû à une impureté présente chez certains disques de bismuth, et dont la présence dans ce métal lourd et apparenté aux éléments radioactifs n'est pas très surprenante. On m'a dit que, malheureusement, l'échantillon en question n'avait pas été conservé.

Il y a encore un phénomène, très largement utilisé aujourd'hui en télégraphie sans fil, que Branly a étudié en dehors de toute idée de ce genre et qui devait plus tard remplacer précisément les radioconducteurs à limaille: c'est l'émission des charges négatives par les corps incandescents qui donne aux diverses lampes qu'utilisent nos postes actuels leurs précieuses propriétés de redressement et d'amplification. Edison l'avait reconnu déjà, mais on n'y avait pas

prêté l'attention qu'elle méritait et pendant longtemps cette propriété si utile devait rester sans emploi. Branly en reconnut divers aspects et en étudia les modalités en suivant toujours son plan d'observer tous les divers cas de déperdition électrique.

C'est encore sans doute dans des recherches de ce genre qu'il eut l'idée d'étudier les mauvais contacts et leur effet sur le passage d'un courant. Après d'assez longs tâtonnements, où il utilisait d'abord des plaques de verre platinées et des plaques d'ébonite recouvertes d'une couche très mince de cuivre, il en arriva aux limailles métalliques et reconnut en 1890 que leur résistance, d'abord grande, subissait une chute brusque quand une étincelle éclatait au voisinage; la lumière de l'étincelle n'y est pour rien, mais une étincelle condensée met en jeu une oscillation électrique et celle-ci devient la source d'une de ces ondes qui traversent aujourd'hui les mers et les continents. Les radioconducteurs étaient découverts, notre patient physicien allait passer désormais le reste de sa longue existence à les étudier.

Vous savez la suite, l'italien Marconi, élève du professeur Righi qui étudiait à Bologne les ondes de Hertz, devina toutes les possibilités d'avenir qu'elles renfermaient et parvint à établir des communications sans fil de Calais à Douvres, de Corse à la côte de Provence près d'Antibes et enfin du pays de Galles en Amérique.

Pour détecter les ondes il employait le radioconducteur de Branly, si bien que ce petit instrument, éclos ici même dans le laboratoire de l'Institut Catholique, se trouva pendant quelque temps un appareil mondial, avant d'être détrôné par d'autres récepteurs plus perfectionnés.

Tout à l'heure, en visitant le laboratoire de Branly, vous pourrez voir ce que l'on appellerait aujourd'hui les prototypes des détecteurs à mauvais contacts; je ne les reverrai pas sans émotion, cela me rajeunira, car en 1901 je me trouvais dans l'Escadre de la Méditerranée, si vous voulez bien excuser ce souvenir personnel, au moment

où, pour la première fois, la Marine française introduisait dans ses signaux le nouveau procédé de communication que la Physique venait d'apporter aux hommes et j'étais chargé de ses essais. Les premiers appareils étaient rudimentaires. De hautes bobines d'induction d'où jaillissaient de longues et crépitantes étincelles reliées à des antennes suspendues aux mâts, servaient à l'émission des signaux, tandis qu'on pouvait voir sur les tables de réception, le cohéreur de Branly, tour à tour rendu conducteur ou résistant par l'arrivée des ondes et le choc d'une sorte de trembleur de sonnerie; un relai sensible venait alors fermer un circuit local qui actionnait un télégraphe Morse imprimeur. C'étaient de vraies dépêches que l'on enregistrait ainsi à des distances qui, chose alors merveilleuse, dépassaient déjà de beaucoup la portée des signaux par pavillon et même des signaux de grande distance formés par des boules et des cônes de grande dimension que l'on hissait entre les mâts des bâtiments. Ces derniers pouvaient être visibles à une vingtaine de milles marins, soit 35 kms par temps clair. La télégraphie sans fil à ses débuts donnait déjà le double et cela, même la nuit, sans avoir besoin de savoir où était l'interlocuteur à qui l'on voulait parler.

Les constructeurs fournissaient des tubes à limaille en verre soigneusement scellés, à l'intérieur desquels on avait fait le vide. C'était bien inutile, car on obtenait des résultats aussi bons et même meilleurs avec de simples crayons à dessin dont on enlevait la mine pour la remplacer par une pincée de limaille, provenant du premier clou venu, serrée entre deux fils de cuivre. Et l'on s'émerveillait de voir, alors que le bâtiment était seul, perdu sur les flots, le petit instrument s'animer d'une vie mystérieuse et tracer des caractères sur la bande bleue qui se déroulait.

Branly, ai-je dit tout à l'heure, devait consacrer toute la dernière partie de son existence à l'étude des phénomènes que présentent les cohéreurs qu'il avait inventés. C'est en effet à ce genre de recherche qu'il avait décidé de se vouer en se tenant volontairement à

l'écart du développement du nouveau mode de communication dont son détecteur avait permis les premières applications. Savant modeste, tenace et essentiellement désintéressé, il avait horreur du bruit et refusa tous les avantages matériels qu'il aurait pu retirer de son invention. On sait en particulier qu'il déclina d'importants postes rémunérés qui lui furent plusieurs fois offerts. Bien plus, il ne voulut pas davantage s'adonner à l'exploitation, cette fois bien légitime, de la voie scientifique dont il avait été un des initiateurs. Un savant dont les travaux se trouvent à l'origine d'un nouveau chapitre de la science a assurément le droit de chercher à jouer désormais un rôle important dans les développements qui forment la suite naturelle de son œuvre. Mais ce n'était pas là le point de vue du professeur de l'Institut Catholique; penché sur l'étude de ces conducteurs à contacts imparfaits qui avaient accaparé son attention, il voulait creuser toujours davantage cette difficile question et, presque sans paraître voir la plante démesurée qui venait de pousser inopinément dans son jardin, il continua d'approfondir le sillon où en avait germé la graine. Il était de cette race des isolés qui ne veulent apercevoir que les objets situés dans la direction même de leur regard.

Quand cette attitude est celle d'un Branly, on n'a pas le droit de la contester, mais elle risque quelquefois de paralyser les efforts de celui qui s'y attache trop fermement. Cette question des contaçts imparfaits appartient à la catégorie des phénomènes présentés par les surfaces de séparation de deux corps, c'est là un des domaines les plus compliqués et les plus difficiles de la Physique. On sait bien ce qu'il y a en dedans et en dehors d'une telle limite, mais ce qui se passe au voisinage immédiat de la surface qui sépare deux milieux différents, la zône de transition qui fait passer de l'un à l'autre, reste au nombre des objets d'études les plus obscurs et encore les moins connus, bien que de récentes recherches, basées sur l'orientation des molécules superficielles aient, dans certains cas, beaucoup avancé nos connaissances.

Les recherches expérimentales sont longues, souvent plus longues

qu'une vie humaine même presque centenaire, et Branly est mort sans avoir éclairci ce qu'il cherchait encore dans ce laboratoire où, patiemment et sans relâche, il venait chaque jour jusqu'à ses derniers moments, continuer ses travaux et donner l'exemple d'une vie tout entière consacrée au labeur le plus probe et le plus désintéressé.

En visitant les locaux où il travaillait à peu près seul, vous serez frappés par la simplicité, je dirais presque la pauvreté des installations et des appareils; c'est un exemple d'un fait souvent constaté, ce n'est pas toujours dans les laboratoires les mieux dotés que se font les meilleures recherches. Là, comme ailleurs, c'est plutôt l'homme que la machine qu'il faut considérer, bien que, de plus en plus, il devienne nécessaire de travailler par équipes avec des moyens puissants; le mérite de Branly n'en est que plus grand.

Ceux qui, dans l'avenir, se pencheront sur la psychologie des savants retiendront les traits si puissamment originaux de la figure du physicien qui plaça un nom français à l'origine d'une des plus grandes merveilles de la technique moderne et donna au laboratoire et au musée que vous allez visiter un intérêt que le temps ne fera qu'augmenter.

HENRI COLIN
1880-1943

H. Colin

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

HENRI COLIN

(1880-1943)

PRÉSENTÉE EN LA SÉANCE DU 27 DÉCEMBRE 1944,

PAR

M. RENÉ SOUÈGES

Membre de l'Académie des Sciences.

Les trente et quelques années que le Chanoine Henri Colin a consacrées à la recherche scientifique ont été, il faut le reconnaître, bien remplies. Prise dans son ensemble, son œuvre apparaît particulièrement étendue et fort diverse. Elle est incontestablement celle d'un botaniste, car elle s'appuie sur un fonds de morphologie générale et de systématique, auquel elle apporte une importante contribution, mais elle déborde dans une telle mesure sur d'autres disciplines

phytobiologiques que son auteur eût pu, avec les plus grandes chances de succès, poser sa candidature, en chimie par exemple, où ont déjà pris place d'éminents phytochimistes tels que Émile Bourquelot et le très actif doyen actuel de la section, M. Gabriel Bertrand, en économie rurale encore, où, par ses travaux très poussés sur des plantes de grande culture, Henri Colin eût dignement continué la lignée des Boussingault, Schlœsing père et fils, Müntz et Maquenne. La section de botanique a eu la bonne fortune de le compter parmi ses membres et, pour ma part, ayant eu, grâce à cette circonstance, l'honneur de lui succéder, j'éprouve aujourd'hui quelque fierté d'avoir à retracer la vie scientifique de cet homme de bien qu'il m'a été donné de connaître, dès 1909, à la Société botanique de France, et que, depuis, j'ai toujours si profondément estimé.

Henri Colin est né à Bains-les-Bains, ville thermale des Vosges, le 1er novembre 1880. Son père, habile mécanicien, travailla fidèlement, pendant 35 ans, à la clouterie de Moulins-aux-Bois, à 3 kilomètres de Bains, et ne cessa de donner à son fils l'exemple du travail assidu, de la vie simple et des plus solides sentiments religieux. L'abbé Méline, vicaire de Bains, qui avait remarqué la vive intelligence et les besoins d'activité du jeune Henri, lui donna les premières leçons de latin, puis l'envoya au Petit Séminaire de Châtel-sur-Moselle. De là, dès la troisième, Henri passa au Petit-Séminaire d'Autrey où il acquit une solide culture latine et grecque. Ses classes de philosophie se firent au Grand-Séminaire de Saint-Dié; il y poursuivit le cours normal de ses études ecclésiastiques jusqu'à la rentrée de 1900.

Une affection assez grave du genou lui rendant la marche très pénible, le diocèse décida de différer la promotion du jeune clerc aux ordres sacrés. Des amis qui habitaient Lille l'engagèrent à les suivre dans cette ville pour y continuer ses études. En octobre 1902, il put y passer le baccalauréat, y suivit ensuite les cours de la Faculté libre et y obtint, en octobre 1905, son diplôme de licencié ès sciences naturelles. Il avait été ordonné prêtre à Saint-Dié par Mgr Foucault le 17 décembre 1904.

En 1906, désirant préparer une licence de sciences physico-chimiques, il vint à Paris et s'établit à l'Institut catholique, interne à l'École ecclésiastique des Carmes. Tout en suivant les cours de licence, il entreprit des recherches personnelles de physiologie végétale au laboratoire et sous la direction des botanistes Gaston Bonnier et Marin Molliard. Il prit à ces recherches le plus vif intérêt; elles le captivèrent à tel point que jamais dans la suite il ne put s'en détacher. En 1909, il devint Diplômé d'Études supérieures de Physiologie végétale, Docteur ès sciences naturelles en 1911. Cette même année, l'Institut catholique se l'attachait à titre de Maître de conférences.

De novembre 1909 à juillet 1913, il se soumit à l'obligation d'enseigner la Botanique au P. C. N. de la Faculté des Sciences de Lille. Conservant son domicile à Paris, cet enseignement lui imposa une ou deux fois par semaine des déplacements qui ne furent pas sans lui causer quelque fatigue et qui l'empêchèrent de mener à bien, aussi vite qu'il l'aurait voulu, l'aménagement, qu'il avait projeté, d'un laboratoire de physiologie végétale à l'Institut catholique. Grâce toutefois à sa courageuse persévérance, il réusssit à faire transformer heureusement quelques salles et à y installer un matériel suffisant pour bien conduire ses expériences. Nommé Professeur titulaire de Physiologie végétale à l'Institut catholique, en 1921, sa vie tout entière fut désormais consacrée à son enseignement et à ses recherches originales. C'est dans son laboratoire que furent conduits tous ses travaux et que de nombreux élèves furent initiés à ses méthodes tout en partageant les joies de ses découvertes. Dix-neuf thèses de doctorat y furent préparées sous sa direction.

En 1933, la chaire de « Physique végétale » du Muséum d'Histoire naturelle étant devenue vacante par suite du décès de Marc Bridel, il fut désigné en première ligne pour l'occuper, par l'Assemblée des Professeurs de cet établissement et par l'Académie des Sciences. Mais, en mars 1934, sous prétexte de compressions budgétaires, le Ministre de l'Éducation nationale décidait la suppression de la chaire.

Henri Colin fut élu à l'Académie des Sciences le 21 juin 1937 en

remplacement de Louis Mangin. Il avait été trois fois lauréat de l'Institut, ayant obtenu le prix Montagne en 1912, le prix Lonchampt en 1922, le prix Vaillant en 1924. Il faisait partie de nombreuses Sociétés savantes; il était membre du Conseil de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie, membre également de l'Institut belge de la Betterave. Il eut à intervenir, dans ces Conseils, à différentes reprises et ses avis étaient toujours particulièrement écoutés. Inutile d'ajouter que ses interventions furent toujours désintéressées, Henri Colin n'ayant jamais cessé de veiller à son entière indépendance et au caractère essentiellement élevé de ses recherches scientifiques.

Le dimanche 21 mars 1943, au moment de partir pour une excursion botanique qui devait lui fournir du matériel pour ses recherches, Henri Colin fut subitement terrassé, à 13^h 30 exactement, dans une voiture du Chemin de fer métropolitain, par l'affection artérielle dont il souffrait depuis longtemps. L'émotion fut vive, à la nouvelle de ce malheur, parmi ses amis, ses élèves, et le lendemain, lundi, à la séance de l'Académie, quand la nouvelle se répandit de cette vie de travail aussi brutalement tranchée, aucun des membres présents ne put dissimuler sa tristesse. — Il a laissé parmi nous le souvenir toujours vivant d'un homme aimable, particulièrement bienveillant, d'une douceur et d'une simplicité extrêmes. Il supportait avec le plus grand courage et avec une résignation toute chrétienne les souffrances physiques et morales que lui attirait cette affreuse surdité dont il avait éprouvé les premières atteintes, dès 1914, et qui le tenait partiellement éloigné du monde. On lui trouvait toujours néanmoins l'humeur égale et ceux qui sont allés vers lui pour demander aide ou conseil n'ont jamais pu lasser son dévoûment, ni sa bonté, ni simplement sa complaisance.

Son œuvre scientifique, immense et variée, se rapporte à de nombreux sujets qu'il a lui-même groupés très rationnellement dans l'exposé de ses titres et travaux. Je suivrai à peu près les mêmes divisions.

Recherches sur la Betterave.

Peut-être existe-t-il encore des industriels qui restent persuadés que la Betterave fabrique directement le sucre dans sa racine aux dépens des éléments que cet organe puise dans le sol. Aimé Girard avait le premier fait justice de cette erreur grossière en démontrant que le saccharose s'élabore dans la feuille, mais ce savant s'était lui-même mépris en admettant que le sucre cheminait ensuite tel quel par les nervures et les pétioles pour se rendre dans la souche où il s'emmagasinait. Henri Colin, en soumettant à l'analyse les sucs de la plante prélevés à divers niveaux, n'eut pas de peine à établir que le saccharose ne cesse sur son trajet de s'hydrolyser, qu'au voisinage du collet les pétioles ne renferment plus que des sucres réducteurs, glucose et lévulose, avec prédominance de glucose. Le collet franchi, on assiste brusquement à une reconstitution massive du saccharose et, au cours de la mise en réserve dans la souche, des condensations plus ou moins profondes continuent à se produire. Au moment de l'arrachage, la Betterave ne renferme plus que 0,20 de sucre réducteur environ pour cent de pulpe fraîche. Des faits analogues s'observent chez le Topinambour où l'amidon élaboré dans les feuilles se transforme en inuline dans les tubercules. Il en est de même chez la Pomme de terre, la Jacinthe, le Blé, partout où l'amidon ou les sucres résultant de la photosynthèse se trouvent mis en réserve dans des organes souterrains ou dans les graines sous forme de glucides saccharifiables.

La très importante réserve saccharine des Betteraves se maintenant intacte pendant tout l'hiver quand elles sont saines et conservées dans de bonnes conditions, on en avait conclu que la pulpe était totalement dépourvue d'invertine. Ce n'est pas tout à fait exact. La pulpe hydrolyse plus ou moins le saccharose; son pouvoir hydrolysant va même croissant au cours de l'ensilage et, à la reprise de la végétation, quand la tige pousse et s'organise, la racine se vide et

devient fibreuse. Les tissus du collet sont plus riches en invertine que ceux de la souche; l'enzyme est plus abondant encore dans les pétioles. C'est dans les parties aériennes que le saccharose est hydrolysé au fur et à mesure qu'il y chemine; à l'extrémité de la tige, il n'en subsiste finalement que des traces.

Ces observations relatives à la genèse du saccharose étaient loin d'épuiser tous les problèmes que pose la culture de la Betterave; ceux qui regardent la sélection, l'amélioration des races, la nutrition minérale et toutes les conséquences d'ordre pratique qu'on pourrait en tirer ne pouvaient laisser Henri Colin indifférent.

La question de la sélection l'a amené à comparer étroitement la structure et le chimisme et à déterminer tous leurs rapports. Chez les *Beta*, comme chez la plupart des Chénopodiacées, on observe, dans la racine, au centre, une masse ligneuse représentant le bois primaire et surtout le bois secondaire, puis à l'extérieur, sous le parenchyme cortical, plusieurs cercles libéro-ligneux d'origine péricyclique correspondant à des formations tertiaires anormales; c'est au développement de ces formations que ces racines doivent leur tubérisation. Entre les tissus ligneux secondaires et tertiaires, se trouvent des parenchymes libériens et péridesmiques, non sclérifiés, qui constituent une zone interstitielle. Les anneaux vasculaires tertiaires sont surtout abondants chez les Betteraves sucrières; ils le sont moins chez les fourragères.

Dès 1847, Payen avait nettement fait remarquer que, dans les parties vascularisées, se rencontraient plus de substance sèche, plus de sucre, moins de matières minérales et moins d'azote soluble que dans le parenchyme mou interstitiel. Henri Colin confirme pleinement ces premières observations et en ajoute de nouvelles remarquables par leur précision. En premier lieu, le sucre réducteur est deux fois plus abondant dans le tissu conjonctif et ce dernier tissu hydrolyse le saccharose, *in vitro*, plus rapidement que ne le fait la pulpe du tissu vasculaire. Les ferments oxydants, en outre, se localisent de préférence dans le liber des faisceaux et le pH de ce tissu se montre toujours

plus élevé que celui de la pulpe, ce qui vient à l'appui de l'opinion de Maquenne, d'après laquelle le liber doit avoir une réaction alcaline pour se prêter comme il le fait aux isomérisations et aux condensations de toutes sortes dont il est le siège. En troisième lieu, on trouve dans le conjonctif plus de potasse et moins de chaux par rapport aux sels organiques, l'alcalinité totale ($KOH + CaO + MgO$) étant un peu moindre que dans les faisceaux. — La partie conductrice apparaît ainsi comme une zone à activité chimique particulièrement intense et la vascularisation serrée comme favorisant nettement la richesse saccharine. Cependant cette vascularisation ne crée pas nécessairement la richesse puisque des Betteraves jeunes, chez lesquelles les formations tertiaires ne sont pas encore développées, se montrent riches en sucre, puisque encore des Betteraves également riches offrent des différences notables dans le nombre et le développement de leurs faisceaux, puisque enfin, dans la descendance des hybrides, au cours de la disjonction, richesse saccharine et vascularisation n'apparaissent nullement liées.

Ces corrélations entre le chimisme et la structure portent à penser qu'on peut augmenter la richesse en sucre en développant la taille des racines. A cet égard, il est bon de faire remarquer que les sucrières possèdent en général 5 à 6 anneaux de formations tertiaires, qu'il en existe 3 environ chez les fourragères, chacun de ces anneaux offrant des faisceaux clairsemés, et que, en outre, les parenchymes à grandes cellules séparant les faisceaux sont bien moins riches en sucre que les zones vascularisées. Comment s'étonner, dès lors, que les racines les plus grosses, celles des Betteraves géantes par exemple, surtout caractérisées par le développement insolite du parenchyme interstitiel, soient moins riches que d'autres plus petites? Et n'est-il pas en conséquence désirable de créer des variétés dont la vascularisation s'accroisse proportionnellement avec le diamètre. Il est douteux toutefois, que l'on puisse réussir dans cette voie; aussi la solution la meilleure apparaît-elle celle qui a été depuis longtemps adoptée et qui consiste tout simplement dans l'augmentation de la

densité de la population. — Ne doit-on pas craindre, d'ailleurs, que, avec la vascularisation plus abondante, la multiplication et l'épaississement des membranes qui ne sont les conséquences, le marc ne prenne trop d'importanec, car, en définitive, les meilleures plantes seront toujours celles qui, pour un minimum de matière sèche, renfermeront le maximum de sucre.

Étant donné le grand intérêt qui s'attache à la connaissance de la minéralisation de la Betterave pour bien déterminer les conditions de son alimentation et de son amélioration, Henri Colin, aidé de P. Billon, s'est livré à une étude comparée très approfondie des constituants minéraux des racines. — En moyenne, les variétés actuelles ne renferment que 3 parties de cendres environ pour 100 de matière sèche; la Betterave fourragère en contient 4 fois plus. Dans ces cendres, c'est surtout la potasse qui se trouve en faible quantité. Les agronomes cependant prétendent que ce composé joue un rôle primordial dans la genèse du sucre et ne se lassent point de préconiser l'emploi des engrais potassés. Est-ce fondé? Le potassium se rencontre, dans la Betterave, surtout à l'état de sels organiques et le taux de ces sels ne se trouve nullement proportionnel à la richesse saccharine. La chaux, au contraire, est toujours plus abondante chez les Betteraves riches en sucre et elle se localise de préférence dans la zone vascularisée. Rien n'indique que le potassium concoure à la formation du sucre. Son influence s'exercerait surtout dans le développement relatif de la souche et des feuilles. Celles-ci renferment quatre fois plus de potassium que la souche, et si le potassium arrive à faire défaut, dans le cas notamment d'une fumure azotée trop abondante, les feuilles prennent un développement exagéré, au détriment des racines qui restent petites et peu résistantes aux maladies. L'action physico-chimique du potassium est certaine puisqu'il est un élément nécessaire à la vie; il doit jouer un rôle spécifique dans les synthèses et c'est à ce titre que, chez la Betterave, il peut véritablement être considéré comme étant, suivant l'expression consacrée, « à l'origine du sucre ».

Il y a relation évidente entre l'alcalinité des cendres et la richesse saccharine. L'alcalinité totale rapportée à la matière sèche et *a fortiori* au sucre peut être 5 à 6 fois moindre dans la racine d'une sucrière que dans celle d'une fourragère. De la comparaison des taux d'alcalinité des cendres solubles et insolubles, il ressort que, dans les sucrières, il y a presque autant de CaO et de MgO que de KOH et de NaOH en combinaison avec la matière organique, tandis que, dans les fourragères, la teneur du complexe potassique dépasse grandement celle des composés à base de Ca et de Mg. La teneur élevée des fourragères en sels alcalins ne tient donc pas uniquement aux sels d'acides minéraux, mais également aux sels d'acides organiques. — Henri Colin s'attache encore à déterminer le plus exactement possible le taux des cendres et celui de leur alcalinité dans les différentes parties de la plante, racine, collet, bas et haut des pétioles, limbe foliaire, chez les sucrières et chez les fourragères. De toutes ces déterminations, d'une incontestable netteté, se dégagent les véritables besoins de la Betterave, pour ce qui concerne les oxydes métalliques. Elles montrent encore tout ce qu'il y avait de peu fondé dans les doctrines qui s'étaient répandues depuis Liebig et d'après lesquelles *pour élaborer une même quantité de sucre, la Betterave, quelle qu'elle soit, a nécessairement besoin de mêmes quantités de bases minérales*. On donnait généralement, pour 100 de sucre, les chiffres suivants : 5,5 de K_2O ; 1,5 de Na_2O ; 1,5 de CaO ; 1,2 de MgO, soit 10 environ pour 14 de matières minérales. On sait encore à quel point Liebig a insisté sur le rôle des bases minérales chez les végétaux en tant que nécessaires à la salification des acides organiques élaborés par le jeu de la nutrition. C'était admettre que toutes les plantes d'une même espèce devaient avoir la même composition ; c'était la négation de toute possibilité d'amélioration des plantes par sélection biochimique.

On a toujours constaté que le taux de l'azote dans la souche de la Betterave n'a fait que baisser en même temps que celui des cendres à mesure qu'augmentait la richesse saccharine. Cela apparaît nette-

ment quand on considère les chiffres fournis par les fourragères. Celles-ci, pour un même poids de sucre, renferment deux fois plus d'azote organique et cinq fois plus de cendres. L'excès d'azote de ces variétés est de l'azote soluble, à rapporter principalement à la glutamine, à l'asparagine, à la bétaïne, etc. — D'autres corrélations peuvent être établies quand on étudie la teneur en phosphore par rapport au sucre et à l'azote. La matière sèche des variétés sucrières est moitié moins riche en phosphore que celles des fourragères. L'azote est beaucoup plus abondant que le phosphore; le rapport P/N est de 1/5 environ pour les sucrières, moindre encore pour les fourragères et si, au lieu de la racine, on considère le parenchyme vert des feuilles, les différences sont encore plus accusées. Vers la fin de la saison, les proportions de P dépassent celles de N et cela d'une manière plus sensible dans la souche que dans la limbe, différences qui tiennent à la présence, dans la racine, de phosphates minéraux, et à la faible quantité d'azote qu'elle renferme. Le pétiole montre des teneurs intermédiaires entre celles du limbe et de la racine. — Toutes ces corrélations «jettent un jour singulier sur l'amélioration progressive de la Betterave. On a sélectionné les racines d'après leur richesse en sucre et tout le reste s'en est suivi de façon automatique: augmentation de la matière sèche, déminéralisation, diminution des teneurs en N et P solubles, renforcement de la structure. Au point de départ, la Betterave à sucre ne valait guère mieux que nos variétés fourragères».

A la lumière de ces données, Henri Colin se demande si la Betterave à sucre est encore perfectible. L'industrie s'adapterait peut-être aux Betteraves dures, d'autant qu'elles se prètent bien à la diffusion et donnent des jus plus purs. Quant aux agronomes, dont le rôle serait primordial, ils auraient à rechercher un équilibre parfait des fumures, à s'inquiéter du choix des variétés, de la densité de la population, de la lutte contre les maladies, etc... Il est certain que tous efforts doivent être tentés pour lutter contre la Canne à sucre qui fournit à l'heure actuelle les deux tiers de la consommation

mondiale, depuis que Soltwedel, à Java, a pu procéder à la sélection par graines et obtenir les croisements les plus productifs. De nos jours, la Betterave, fortement distancée ne peut se maintenir qu'à l'abri de tarifs protecteurs particulièrement élevés.

Fort des résultats que lui a apportés l'analyse chimique, Henri Colin a abordé des questions de technologie sucrière, d'ordre surtout pratique, mais qui ne présentent pas moins un gros intérêt du point de vue de la phytophysiologie en général.

Les Betteraves ensilotées subissent des altérations qui se traduisent par des pertes de saccharose et l'apparition de sucres réducteurs. Henri Colin pour les combattre propose de chercher, par sélection, une vascularisation plus serrée, de voir encore du côté des cendres, des oxydases, du pH, de la teneur en invertine. — Quand les pulpes tardent trop à être traitées, elles peuvent être l'objet de la fermentation visqueuse. Celle-ci a été généralement rapportée au *Leuconostoc mesenteroides* ou « frai de grenouille », mais l'agent responsable, d'après Colin et Simonet, est un *Coccus*, se présentant en sphérules séparées ou groupées en chaînettes de 6 à 10 éléments. Il a pu être isolé à partir de Betteraves gelées; il ne liquéfie pas la gélatine, prend le Gram, donne un abondant exsudat visqueux cultivé sur gélose et rend filant le bouillon de Betterave. Le principe visqueux a pu être séparé, par précipitation à l'alcool, sous forme de masses glaireuses qui, desséchées et pulvérisées, constituent une poudre blanche non colorable par l'iode. Ce principe n'est pas réducteur, mais le devient sous l'action des acides; il est dextrogyre et se convertit en glucose exclusivement. Il serait analogue sinon identique à la substance maintes fois décrite sous les noms de gomme de fermentation, viscose, dextrane, et dont la formation a été attribuée soit au *Leucosnotoc* soit au *Bacillus viscosus*. Reprenant l'étude du dextrane du *Leuconostoc mesenteroides* qui en fournit 90 0/0, Henri Colin et H. Belval ont mis en lumière ses propriétés singulières dues à des particularités de structure qui en font un corps voisin de l'amidon par certains côtés, du glycogène par certains autres.

Au cours de l'épuisement industriel des pulpes par diffusion, on constate, par voie optique, qu'il y a plus de sucre dans le liquide dialysé que dans la pulpe initiale, d'où l'expression de « plus sucre » pour désigner ce phénomène. Henri Colin, avec P. Billon et Miossec, fait remarquer qu'il ne peut s'agir de nouvelles quantités de saccharose élaborées pendant la diffusion, processus purement physique. Le saccharose trouvé en excès proviendrait de diverses impuretés, de condensations possibles dans les pulpes soumises à la dessiccation. Pourraient aussi entrer en cause des matières pectiques, fortement dextrogyres, qui ne seraient pas totalement précipitées par l'extrait de Saturne dont on se sert pour déféquer les liqueurs avant de les examiner au polarimètre. Au cours de l'épuration calco-carbonique, les matières albuminoïdes et les gommes se trouvent éliminées des impuretés, par adsorption, a-t-on prétendu, à la surface des cristaux de CO_3 Ca. D'après Colin, il ne peut être question d'adsorption, puisque, par simple centrifugation, la matière organique se détache du calcaire sous forme d'une boue grisâtre; il s'agit plus exactement d'une floculation qui se produit sous l'action de la chaux, le non-sucre se trouvant entraîné mécaniquement par la masse du carbonate.

Henri Colin s'est aussi élevé contre l'expression d'alcalinité *naturelle* par laquelle les techniciens désignent l'alcalinité qui persiste dans le jus après épuration calcique et qui dépendrait de la composition même des Betteraves selon les années. Cette alcalinité dite naturelle est consécutive au chaulage et devrait plutôt être appelée *artificielle*, plutôt *spontanée*. Quand on chaule le jus, en effet, les phosphates et oxalates alcalins se précipitent à l'état de sels de Ca et mettent en liberté des alcalis, de la potasse surtout. Lors de la carbonatation qui suit, ces alcalis interviennent pour précipiter à l'état de CO_3 Ca le Ca des sels de chaux provenant de l'hydratation des amides, au moment du chaulage. Suivant les proportions d'amides, de phosphates, d'oxalates alcalins dans la Betterave, il persiste, dans le jus purifié, une quantité plus ou moins grande d'alcalinité.

Pendant l'évaporation, les jus restés très complexes subissent, en

se concentrant, des réactions qui amènent une baisse de l'alcalinité. Cette baisse fait craindre une perte de saccharose par inversion; aussi ajoute-t-on de la soude pour maintenir le taux d'alcalinité. Henri Colin s'élève contre cette pratique. Il montre que, à mesure que la température s'élève, l'alcalinité décroît d'autant plus vite que l'alcalinité initiale était plus prononcée, et que, pour que le milieu ne descende pas au-dessous de la neutralité théorique, il faut l'amener au début à pH = 11. Or, dans une telle liqueur, il y a de la soude dépensée inutilement et surtout une grande quantité de saccharose immobilisée dans les mélasses. Finalement Henri Colin précise ainsi sa pensée: Dans un jus de pureté supérieure à 90, il peut être utile d'ajouter de la soude pour élever le pH à 8,5; pour une pureté de 85-90, l'addition de soude est sans profit; au-dessous de ce chiffre, elle est franchement onéreuse.

Recherches sur les plantes à fructosanes.

Henri Colin a étudié la formation, les propriétés et le comportement de ces produits dans quatre grandes familles végétales, Composées, Graminées, Liliacées et Iridacées.

Chez les Composées, le Topinambour a fait l'objet de recherches particulièrement approfondies. Ont été d'abord établies, dans cette plante, les conditions d'une inulogenèse naturelle et celles d'une inulogenèse artificielle. — Les feuilles renferment de l'amidon chlorophyllien en abondance, du saccharose et des sucres réducteurs, jamais d'inuline. Celle-ci apparaît seulement dans les tubercules, les stolons et à la base des tiges quand les feuilles sont suffisamment développées. Henri Colin a pu suivre toutes les étapes de sa formation par condensation des sucres de la feuille, saccharose et sucre interverti. Le glucose du sucre interverti participe à la condensation aussi bien que le lévulose; il ne disparaît pas comme l'avaient supposé certains auteurs pour ne laisser subsister que le lévulose. On est obligé d'admettre, d'ailleurs, que le fructose de l'inuline n'est pas un fructose *banal*, mais un sucre instable à l'état

libre, ce qui doit nécessairement amener, au cours de la synthèse de l'inuline, des isomérisations profondes. — Des phénomènes analogues ont été observés chez le Dahlia, la Chicorée et l'Aunée; ils doivent être communs à la plupart des Composées, car, dans cette famille, il se produit d'une façon très générale de l'inuline dans les organes souterrains et parfois dans les feuilles, comme chez l'Artichaut par exemple ou dans les rosettes persistantes du *Bellis perennis*. Il est à noter cependant que, si les Composées annuelles et bisannuelles, à racines succulentes comme les Chicorées cultivées, possèdent toutes de l'inuline, les Composées annuelles à racines grêles et fasciculées en sont dépourvues. Dans un même genre, chez les *Senecio* ou les *Artemisia* par exemple, il est des espèces vivaces fortement inulinifères et des espèces annuelles sans inuline.

Il n'y a pas d'inuline dans la tige, mais il est facile d'amener la formation de ce produit, dans cet organe, en un point assez éloigné du sol, en recourant à divers procédés tels que la décortication annulaire ou le greffage. L'inuline apparaît au-dessus de l'anneau dénudé ou du bourrelet de greffe. Le phénomène s'observe nettement quand on ente un rameau de Topinambour sur une tige de Soleil ou encore un *Artemisia annua*, espèce annuelle sans inuline, sur un *A. Absinthium*, espèce vivace qui en élabore. Dans ce cas, l'inuline du greffon ne vient pas selon toute apparence du sujet; elle prend directement naissance dans le rameau greffé et résulte d'une altération, dans ce dernier, de l'état physiologique normal. Ainsi il faut se garder de considérer comme indissolublement liés ces deux caractères: plante annuelle et incompatibilité à produire de l'inuline. — Le marcottage, dans ces processus d'inulogenèse artificielle, donne de meilleurs résultats. Dans le cas du Topinambour, sur toute la longueur du segment que l'on ensevelit, il se développe un grand nombre de racines et de bourgeons; ceux-ci s'allongent en cordons qui se renflent en tubercules bientôt remplis d'inuline. Chez le Dahlia, les parties enterrées produisent de l'inuline, mais ne s'enracinent pas et ne donnent pas de bourgeons.

En général, chez les Composées et particulièrement chez le Topinambour, de l'automne au printemps, le pouvoir rotatoire du contingent glucidique se modifie: de négatif, il devient nul, puis positif, l'inuline se convertissant partiellement en fructosanes moins lévogyres (pseudo-inuline, inulénine, hélianthénine, synanthrine) et du saccharose prenant naissance en plus ou moins grande quantité. Ainsi s'expliquent les modifications de signe optique des jus et leur fermentescibilité après l'hiver. Il y a là des phénomènes complexes de maturation que Henri Colin n'a pu reproduire *in vitro*, mais que l'on ne saurait rapporter à l'action de simples diastases; ils sont presque nuls chez le Dahlia, s'observent manifestement, quoique d'une manière moins accusée, dans la Chicorée. — La présence cependant, dans le Topinambour, d'une inulase, capable d'hydrolyser la réserve glucidique, n'est pas contestable, puisque le suc du tubercule, porté à l'ébullition, ne possède plus cette propriété. L'action de l'inulase serait beaucoup plus rapide en présence de l'invertine de la Levure, diastase qui, par elle-même, n'hydrolyse pas l'inuline, mais qui intervient simplement comme adjuvant ou peut-être comme co-ferment. L'inulase du Topinambour, d'ailleurs, ne serait pas aussi abondante ni aussi active que le prétendait Green.

Les recherches de Henri Colin sur les Graminées ont été poursuivies en collaboration avec H. Belval pour ce qui concerne les céréales, avec A. de Cugnac pour ce qui est des Graminées fourragères.

La lévosine, que Tauret a découverte dans les farines de Blé, d'Orge et de Seigle, est, d'après Colin, peu abondante à l'époque des moissons; elle l'est bien davantage antérieurement, tout de suite après la floraison, et son importance varie ensuite en raison inverse de celle de la réserve amylacée. Chez le Blé et l'Orge, il subsiste de la lévosine jusqu'à dessiccation des grains et elle peut se retrouver dans les farines; chez l'Avoine, elle est tout à fait résorbée à maturité. — Avant la floraison, elle se rencontre à la base des chaumes; de là, elle passe dans l'épi; elle ne pénètre jamais dans l'embryon. Chez le Maïs, on ne rencontre pas de fructosanes; c'est le saccharose

qui, dans cette plante, accompagne, en proportions plus ou moins considérables, la réserve amylacée. C'est ce même saccharose que de Vries et tant d'autres ont pris pour des dextrines dans les Maïs à grains ridés; les théories de l'hybridation que ces auteurs ont édifiées en se basant sur la présence de ces composés perdent ainsi tout fondement. Le sécalose de Schulze et Francfurt ne serait qu'un produit impur, constitué principalement par un mélange de lévosine et de saccharose. — Le glucide lévogyre qui a été retiré des *Elymus* se rapproche beaucoup plus de la triticine que de la lévosine. Il résulte, en somme, que les 5 genres, *Triticum, Agropyrum, Hordeum, Secale* et *Elymus*, qui se suivent dans la classification, sont nettement lévulifères: le Blé, l'Orge cultivée et le Seigle renferment de la lévosine, le Chiendent de la triticine; l'Orge bulbeuse un oside différent de la lévosine, mais semblable sinon identique à la triticine; l'*Elymus* un corps analogue.

Sous l'action de la chaleur, les fructosanes brunissent et prennent une saveur sucrée; le pouvoir réducteur, nul au début, ne cesse de croître; la rotation tend à passer à droite. En même temps, la solubilité dans l'eau froide et l'alcool va croissant. Ces modifications ne sont pas les mêmes pour tous les fructosanes; l'irisine se montre la plus stable, alors que l'inuline et la graminine atteignent le terme des transformations.

A ces premières observations se rattachent les investigations de Henri Colin et de H. Belval sur la répartition du raffinose dans les différentes régions de la graine des céréales. Ce sucre se trouve exclusivement localisé dans l'embryon, dont il constitue, avec le saccharose, tout le contingent glucidique. Il n'y en a pas dans l'albumen qui renferme, par contre, la totalité de la lévosine. Dans les téguments, on ne rencontre ni raffinose, ni lévosine, mais seulement du saccharose en abondance. — Selon les espèces, on note encore les particularités suivantes: dans le Seigle et le Blé, la composition glucidique du germe est la même, la teneur en lévosine de l'albumen du Seigle étant cependant plus élevée; dans l'Orge, le raffinose est plus abondant

que le saccharose; les grains d'Avoine parfaitement mûrs ne renferment presque pas de fructosanes; enfin, ni dans le germe ni dans l'albumen du Maïs ou du Sorgho on ne trouve trace de raffinose, ce qui constitue un nouveau caractère différentiel, particulièrement net entre saccharifères et lévulifères. — Il est bon de faire encore remarquer que les céréales à raffinose et à lévosine élaborent surtout de la β-amylase, avant la germination principalement, tandis que le Maïs, le Riz, le Sorgho, céréales saccharifères, ne produisent nullement de l'amylase avant la germination, mais uniquement de α-amylase au cours de ce phénomène. Henri Colin ne voit pas pour l'instant les raisons de ces corrélations; il estime qu'il serait intéressant de s'assurer si elles se retrouvent dans d'autres Graminées, étant donné que, dans cette famille, la distinction entre lévulifères et saccharifères se montre bien tranchée.

Ces recherches sur les grains des céréales ont naturellement incité Henri Colin et H. Belval à se demander ce que deviennent les glucides dans les farines au cours de la fermentation panaire et quelle était finalement la composition glucidique du pain. — Dans la farine de Blé, les glucides solubles représentent tout au plus 1 p. 100 de la farine, soit 0,10 à 0,15 de sucres réducteurs et le double environ de saccharose. Les analyses « quasi-officielles » sont effectuées de telle sorte qu'elles englobent sous le nom de saccharose tous les glucides solubles et saccharifiables, non seulement la lévosine mais aussi les pentosanes non précipitables par le plomb, les dextrines et même le maltose s'il s'en forme pendant l'épuisement. Elles trouvent ainsi dans les farines dégermées, blutées à 30 p. 100, 2 p. 100 de saccharose, presque dix fois plus qu'il n'y en a effectivement. Henri Colin a dosé les sucres par un procédé un peu long si l'on veut, mais sûr et exact. Il les extrait par l'alcool à 80° à l'ébullition, élimine l'alcool, défèque au mercure, mesure le pouvoir réducteur et la déviation polarimétrique, d'abord sur la liqueur telle quelle, puis après hydrolyse: 1° du saccharose par la sucrase; — 2° du maltose par la maltase du *Mucor* de distillerie; — 3° de la lévosine par chauffage de quelques minutes avec H Cl à 0,05 p. 100.

Comment se comportent les constituants de la farine au cours de la fermentation panaire? La farine, d'abord mise en pâte avec simplement de l'eau salée et abandonnée à une douce chaleur, produit du maltose, par hydrolyse de l'amidon, sous l'action de l'amylase β. Ni la lévosine, ni le saccharose se sont sensiblement hydrolysés dans ces conditions. La pâte étant ensuite additionnée de Levure pressée (1 p. 100 environ) lève rapidement; après demi-heure, à 30°, on ne retrouve plus de saccharose, mais, comme, dès ce moment, il y a déjà du maltose, on observe une augmentation simultanée du pouvoir réducteur et de la déviation polarimétrique. Au cours d'une nouvelle et dernière étape, dans un premier temps, la vitesse d'amylolyse l'emporte généralement sur la vitesse de fermentation, dans un deuxième temps, la fermentation prend de l'avance, le maltose diminue et, au bout de 4 heures, il ne reste plus guère que 0,6 et même 0,3 p. 100 de ce sucre. La quantité d'alcool croît à peu près régulièrement durant les 4 heures que dure la levée de la pâte; il s'en fait environ 0,9 p. 100. — Entrent d'abord en jeu, dans les processus de la fermentation, les sucres réducteurs et le saccharose contenu dans la farine, puis intervient le maltose produit par l'amylolyse. On voit de la sorte l'importance du maltose et avant tout celle de de l'amylase qui préside à sa génération; de là la pratique qui tend à se généraliser d'ajouter de l'extrait de malt « aux farines telles que la meunerie les prépare désormais exemptes de germes ».

Dans le pain, les glucides solubles, par rapport à la grosse masse d'amidon, représentent à peine 1 p. 100 du poids sec. Il n'y a pas de saccharose. Dès sa préparation, la pâte ne cesse de s'enrichir en maltose; au début, elle renferme un mélange de maltose et de lévosine, à raison de 80 p. 100 environ du premier par rapport au second, mais le travail qu'elle subit avant la cuisson fait baisser la proportion de lévosine; à la cuisson, la chaleur pénètre lentement et progressivement dans les parties centrales protégées par la croûte, et, si la Levure ne résiste pas longtemps à l'échauffement, l'amylase, par contre, reste active jusqu'aux environs de 80°; la fermentation s'arrê-

te alors, mais l'amylolyse se poursuit engendrant de nouvelles quantités de maltose. — Normalement, le pain retient un peu de lévosine que l'on peut mettre en évidence par les réactions caractéristiques d'identité du lévulose, son produit d'hydrolyse.

Chez les Graminées fourragères, on retrouve les deux types de plantes qu'a permis d'établir l'étude des céréales: les lévulifères à fructosanes, représentées par la plupart des herbes des prairies, et les saccharifères, sans fructosanes, auxquelles se rattachent le Maïs, le Riz, la Canne à sucre, le Sorgho, etc... Cette division toutefois ne va pas strictement d'accord avec celles de la classification, puisque deux genres très voisins, que l'on considère même parfois comme ne formant qu'un seul genre, sont l'un, le g. *Bromus*, lévulifère, l'autre, le g. *Brachypodium* saccharifère. « Dans les Graminées *annuelles*, le glucide lévogyre ne joue qu'un rôle transitoire; à l'époque de la dessiccation, le chaume de même que les grains n'en renferment plus, sinon de très petites quantités. Dans les Graminées vivaces, à rhizome (*Agropyrum*), à tubercules (*Arrhenatherum bulbosum*), à pseudobulbes (*Phleum*) ou enfin à stolons hivernants (*Agrostis*), l'enrichissement en fructosides, dans ces divers organes, se poursuit pendant tout l'été. »

Chez les Liliacées, Henri Colin a étudié les fructosanes des Scilles avec H. Belval, ceux des Asphodèles avec C. Neyron de Méons. — On a généralement et pendant très longtemps donné le bulbe de Jacinthe comme exemple-type d'organes de réserve renfermant des dextrines, quoique Chevastelon, dès 1894, ait déjà fait remarquer que ces bulbes et divers autres bulbes de Monocotylédones contenaient une sorte d'inuline distincte de celle des Composées. En réalité, dans tous les *Scilla*, le glucide de réserve est un fructoside authentique, différant de la sinistrine ou scilline décrite par Schmiedeberg, par son pouvoir rotatoire, sa solubilité dans l'alcool faible, son poids moléculaire et ses produits de saccharification, fructose et glucose, engendrés dans le rapport de 1 à 6. — Selon les espèces, le fructoside est ou n'est pas accompagné d'amidon. Ainsi *Scilla nutans*, *pal-*

lida, pratensis, campanulata, très riches en fructosines, sont dépourvus d'amidon, tandis que *S. sibirica, amœna, bifolia, cilicica*, contiennent à la fois de l'amidon et des fructosanes. — Dans la Jacinthe des bois (*Scilla nutans*), la saccharification conduit à un mélange de lévulose et de glucose, ce dernier sucre représentant 3 p. 100 seulement du mélange. On s'explique difficilement la présence de ces faibles proportions de glucose dans les fructosanes et l'on se demande si le glucose ne s'y trouve pas préformé, uni au lévulose par une liaison osidique.

Le fructoside spécial trouvé dans les Asphodèles est rapidement saccharifié par le liquide fermentaire du *Sterigmatocystis nigra*; il est formé de fructose et de 1/5 environ de glucose. Il ne se rencontre que dans les rhizomes et les tubercules, jamais dans les feuilles qui renferment seulement du saccharose, du glucose et du lévulose. Les teneurs maxima s'observent après la végétation; il y a alors jusqu'à 8 parties d'asphodéloside p. 100 d'organes frais; les proportions de saccharose et de sucres réducteurs sont à ce même moment les plus faibles. A la fin de l'automne, le saccharose et les sucres réducteurs sont plus abondants et, au mois de mars, le suc des tubercules se montre nettement neutre, même dextrogyre, les réserves ayant été alors attirées et dégradées dans les bourgeons qui s'organisent.

Henri Colin a examiné les glucides des *Iris* avec A. Augem et J. Carles. Chez l'*Iris germanica*, on trouve l'amidon sans fructosane; chez l'*I. Pseudacorus*, de l'irisine sans amidon; chez l'*I. fœtidissima*, de l'amidon et deux fructosanes autre que l'irisine. Dans tous les cas, les feuilles renferment seulement du saccharose et ses produits d'hydrolyse. — Mais le genre *Iris* comprend 160 espèces et, bien que, pour la plus grande part, elles n'aient pas été examinées au point de vue de leurs réserves glucidiques, on peut dire néanmoins qu'elles peuvent être rattachées à l'un ou à l'autre des trois types que représentent les trois espèces de la région parisienne: au type I (*I. germanica*) se rapporteraient une soixantaine d'espèces; au type II (*I. Pseudacorus*) à peu près autant; au type III (*I. fœtidissima*), qua-

tre ou cinq espèces seulement. — D'autres part, on trouve chez certains *Iris*, par exemple chez *I. tingitana* et *I. orientalis*, d'autres fructoholosides qui se rapprochent beaucoup de ceux de l'*I. fœtidissima* et qui forment une série dans laquelle vont croissant les solubilités, les teneurs en glucose, la fermentescibilité, le pouvoir rotatoire, tandis que les grandeurs moléculaires varient en sens inverse. — Avec l'histoire chimique des *Iris*, Henri Colin et ses élèves ont abordé et discuté des problèmes de la plus haute portée scientifique se rattachant aux possibilités de greffage et d'hybridation, à la systématique et à la phylogénie.

Les constituants glucidiques des Cryptogames.

Henri Colin avec certains de ses élèves, P. Ricard, E. Gueguen, J. Augier, M. Quillet, J. Payen, a fortement contribué à approfondir nos connaissances sur la composition glucidiques des Algues (des Phéophycées et Floridées principalement), de quelques Champignons et Cryptogames vasculaires.

Chlorophycées. — Il y a, chez les *Spirogyra*, de l'amidon, du saccharose, du glucose et du lévulose, comme il s'en observe dans toutes les cellules vertes quelle que soit la complication des organismes auxquels elles appartiennent. On trouve du saccharose encore chez les *Ulva*. Les *Codium* n'en renferment pas.

Cyanophycées. — Avec M^lle^ J. Payen, Henri Colin a examiné des *Rivularia* récoltés au voisinage de S^t^ Servan, au Croisic et dans les îles anglo-normandes. Ces Algues ont donné 5 à 6 p. 100 de matière sèche et la moitié de ces chiffres environ de cendres riches en magnésium. Elles ne possèdent ni saccharose, ni sucres réducteurs, ni mannitol, mais la liqueur d'extraction traitée par les acides dilués ou par la glucosidase α, à l'exclusion de la galactase α, se montre dextrogyre, réductrice et donne finalement les réactions du glucose, ce qui indique qu'elle entraîne du tréhalose. Ce sucre a pu être isolé à l'é-

tat cristallisé et a pu être identifié par la forme de ses cristaux en prismes orthorhombiques doués de biréfringence faiblement positive, grâce à sa saveur sucrée, à son pouvoir rotatoire égal à 177° en solution aqueuse.— En outre, par traitement à l'eau bouillante, le thalle des *Rivularia* livre une matière mucilagineuse qui provient surtout de la désagrégation de la gaine, qui se colore à peine par l'iode et paraît se rapprocher des pectines. Sa solution, dextrogyre, fournit par hydrolyse acide des sucres réducteurs qui conduisent à l'osazone de l'arabinose et du glucose. Par ces sucres réducteurs, elle s'éloigne de l'algine des Phéophycées; par les composés uroniques qu'elle renferme encore, elle se distingue de la gélose des Floridées.

Phéophycées. — Ces Algues contiennent à peu près toutes de la mannite et de l'*algine*; les grandes espèces possèdent de la *laminarine*, surtout en été; on trouve de petites quantités de fucose à l'état de fucosane chez les Fucacées.

L'algine est la substance qui caractérise chimiquement les Algues brunes. C'est une sorte d'acide, 100 gr. d'algine équivalant à 24,5 de SO_4H_2. Elle est lévogyre (— 134), non réductrice. Traitée à chaud par les acides étendus, elle se dissout en partie en donnant une liqueur réductrice et lévogyre. D'après Colin, l'hydrolyse sous pression à 130°, en présence de $SO_4H_2N/4$, reste incomplète et le produit d'hydrolyse est uniquement constitué par du glucose. L'algine donne la réaction des acides uroniques à la naphtorésorcine. Nelson et Cretched ont cherché à identifier ces acides: en traitant l'algine par SO_4H_2 concentré, ils sont arrivés à en tirer la lactone d'un acide qu'ils ont supposé être celui qui correspond au mannose. Aujourd'hui il est admis que l'algine des Algues brunes est uniquement constituée d'acide polymannuronique.

La laminarine serait, d'après H. Colin et P. Ricard, une espèce chimique bien définie, dont la formule de constitution correspondrait à $C_6H_{10}O_5$ avec coefficient 6 ou 7. Elle est lévogyre (— 11,5), soluble dans l'eau à 15° aux proportions de 21 p. 100, dans l'alcool à 60°, aux

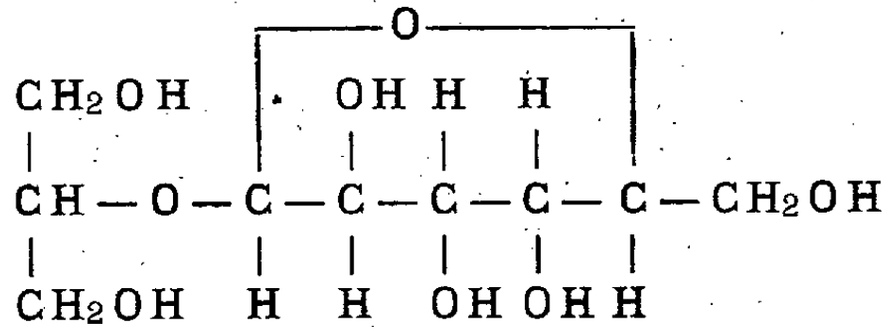
proportions de 16,5 p. 100. Elle donne par hydrolyse du glucose exclusivement. Les diverses diastases agissent sur la laminarine de manière assez imprévue: l'amylase et l'émulsine sont sans effet; la poudre fermentaire du *Sterigmatocystis nigra*, de l'*Aspergillus Orizæ* et de la graine de Luzerne poussent l'hydrolyse jusqu'à son terme; le suc d'Escargot est particulièrement actif; les préparations de sucrase attaquent aussi la laminarine et produisent sa saccharification complète.

Le fucose a pu être extrait à l'état cristallisé du *Pelvetia canaliculata*, petite Fucacée très commune qui croît en touffes sur les rochers, à la limite des marées montantes. Cent grammes de *Pelvetia* fraîche fournissent 1 à 2 gr. de fucose. Ce sucre serait accompagné, dans la plante, de d-dextrose et peut-être de mannose.

Floridées. — L'étude de ces Algues semble avoir particulièrement intéressé Henri Colin. Elle lui a d'ailleurs apporté des résultats à beaucoup d'égards remarquables; elle l'a conduit à la découverte d'un glucide d'un grand intérêt scientifique, le floridoside.

En 1915, Kylin retirait du *Rhodymenia palmata*, à l'état impur, quelques grammes d'un saccharide qu'il prit pour du tréhalose. Henri Colin reprenant l'étude de la plante, put en extraire en grandes quantités un produit qui ne présentait nullement les caractères de ce dernier sucre, mais ceux d'un composé tout nouveau. Il cristallise en prismes orthorhombique à réfrigérence nettement négative; il est dextrogyre avec pouvoir rotatoire égal à + 150°, et les liqueurs résultant de son hydrolyse laissent cristalliser du galactose tout en gardant en solution du glycérol. — Ce sucre se présente comme un *monogalactoside du glycérol*. Étant donné son pouvoir rotatoire élevé, son hydrolyse par l'extrait de Levure basse, à l'exclusion de l'émulsine, il est plus précisément un α-galactoside. La glycérine se trouve là dans une combinaison assez inattendue, puisque c'est sous forme d'esters d'acide gras qu'elle avait, jusqu'alors, été rencontrée dans les organismes. — Le floridoside, car tel est le nom qui a été

donné au nouveau sucre, renferme une molécule d'eau de cristallisation et sa formule peut dès lors s'écrire : $C_9 H_{18} O_8 + H_2 O$. D'autre part, le brome, en liqueur aqueuse l'oxydant difficilement et les *Acetobacter* n'y touchant pas, même ceux qui transforment aisément le glycérol en dioxyacétone, il paraît vraisemblable que le galactose est lié, dans la molécule, à la fonction alcool secondaire du glycérol comme l'indique la formule ci-dessous :



« Le floridoside vient à point combler une lacune ; en fait d'hétérosides du glycérol, on ne connaissait guère, jusqu'à ses derniers temps, que le β-glucoside (glucose β + glycérol), préparé par Bourquelot et ses collaborateurs, au moyen de l'émulsine... De plus, un nouveau terme et non des moindres, poursuit Henri Colin, s'ajoute ainsi à la liste des α-galactosides d'alcools, méthyl-, éthyl-, propyl-, allyl-, éthylène-glycol galactosides, tous obtenus par synthèse en présence de Levure basse ».

Tout porte à croire que le floridoside joue un rôle de premier plan dans la nutrition des Algues rouges. Ses proportions dans la plante varient avec la saison ; elles varient aussi d'une année à l'autre. Ces variations semblent dépendre des conditions climatiques : les Algues récoltées dans les parages d'Ambleteuse, sur la côte boulonnaise, se montrent beaucoup moins riches en floridoside que celle du Croisic. Il a pu être extrait d'une vingtaine de Floridées marines, parmi lesquelles des *Furcellaria* et des *Halopithys* également riches en amidon. Il n'a pu être rencontré chez le *Polysiphonia fastigiata* ; il y est remplacé par le d-mannoside du l-glycérate de sodium, corps de poids moléculaire 290 et répondant à la formule $C_9 H_{15} O_9 Na$. Chez les Floridées d'eau douce, chez le *Lemanea nodosa* par ex., le floridoside se montre accompagné de tréhalose, fait remarquable puisque ce

dernier sucre, si fréquent chez les Champignons, est ainsi apparu pour la première fois chez les Algues. Le *Sacheria fucina*, espèce voisine du *Lemanea*, renferme aussi du tréhalose.

On sait que, chez les Champignons, le tréhalose accompagne généralement le glyogène. Errera avait jadis certifié la présence de cette dernière substance chez les Algues, mais sans preuves suffisantes. Henri Colin, appliquant une méthode sûre lui permettant de reconnaître la formation de glucose aux dépens du glycogène, se trouve en mesure d'affirmer qu'il y a bien une vraie substance glycogénique à côté du floridoside et du tréhalose. Il est probable que le glycogène existe, ajoute-t-il, dans les Algues rouges.

La question du glycogène devait nécessairement amener Henri Colin à aborder celle de l'amidon floridéen, dont la coloration, sous l'action de l'iode, varie selon l'ambiance. Le plus souvent cette coloration est brune ou rougeâtre, mais, chez certaines Floridées, *Furcelaria, Poliydes*, même *Halopithys*, elle est nettement bleue. — Henri Colin a examiné l'amidon du *Lithothamnion calcareum*, l'une de ces Floridées calcaires qui se prêtent assez favorablement aux recherches étant donné qu'elles sont bourrées d'amidon et se laissent facilement pulvériser. Cet amidon est biréfringent, mais ne présente pas le phénomène de la croix noire. Sous l'action de l'acide chlorhydrique dilué (pH = 3,5) au B. M. à l'ébullition, son hydrolyse est partielle; la liqueur devient réductrice et passe du brun-rougeâtre au violet. Avec l'amylase pancréatique, l'hydrolyse est plus complète, les granules amylacés disparaissent et la liqueur ne se colore que faiblement par le réactif iodé; avec l'amylase du malt, l'hydrolyse est un peu moins complète. La matière amylacée des Floridées se montrerait ainsi intermédiaire entre l'amidon proprement dit et le glycogène, plus proche semble-t-il de ce dernier.

Champignons. — Chez ces plantes, Henri Colin s'est occupé surtout des gelées de l'*Auricularia mesenterica* et de l'*Ithyphallus impudicus*. — La gelée d'*Auricularia* est insoluble dans l'alcool et dans

l'eau froide, difficilement soluble dans l'eau chaude. Elle est à base de mannose, mais contient aussi de l'arabinose et des acides uroniques. Celle de *Tremella mesenterica* aurait, d'après M. Quillet, une composition analogue. La cuticule, donne surtout du glucose par hydrolyse; on en a retiré aussi du tréhalose, un stérol et un tannoïde pyrocatéchique, mais pas de mannitol.

La gelée de l'*Ithyphallus* est bien différente; elle se dissout très facilement dans l'eau froide; elle est acide (p H = 4,4), franchement lévogyre ($[\alpha]_D = 78°$); elle n'est pas réductrice. Du point de vue chimique, elle est essentiellement constituée par un acide polyuronique que M. Quillet a appelé « phalline » parce qu'il ressemble beaucoup à l'algine des Algues brunes; son glucide de base est l'acide glucuronique. Le mucilage se présenterait finalement comme le sel dipotassique de l'acide tétra-anhydro-glucuronique et son schéma quadratique de constitution serait très étroitement comparable à celui de l'acide tétra-anhydro-galacturonique *a*, isolé de l'hydratopectine de Betterave par F. Ehrlich.

Cryptogames vasculaires. — Seule la Prêle des champs a été examinée; Henri Colin n'a pu y déceler d'autres glucides que de l'amidon, du saccharose et ses produits d'hydrolyse.

Genèse des réserves amylacées.

Il ne s'agit pas à proprement parler de la genèse même de ces substances, mais de quelques questions connexes tendant à expliquer la présence à leur côté de certains glucides solubles. Par exemple, chez la Pomme de terre et les Graminées saccharifères, l'amidon est accompagné de saccharose et de petites proportions de sucres réducteurs, glucose et lévulose; on doit reconnaître que rien n'autorise à conclure, dans ce cas, que ces glucides solubles jouent un rôle direct dans l'amylogenèse. — Dans beaucoup de bulbes et de rhizomes de Monocotylédones, on trouve à la fois de l'amidon et des fructosanes en quantités variables selon les saisons. Chez les Scilles, c'est

l'amidon qui disparaît à la floraison; chez les Iris, c'est au contraire la réserve soluble. Chez les Graminées lévulifères, les lévulosanes n'existent qu'à l'état de traces au moment de la dessiccation des grains et ne paraissent jouer, auparavant, qu'un rôle tout à fait transitoire. Mais comment expliquer la présence, dans d'autres groupes, à l'intérieur des mêmes organes, même des mêmes cellules, de deux sortes de glucides de signe optique contraire: l'amidon à base de glucose, les fructosanes à base de lévulose? Il se pose là des problèmes tout nouveaux que l'on ne soupçonnait pas antérieurement, puisqu'on admettait que les parties solubles étaient constituées par des dextrines de réserve, très voisines de l'amidon. En tout cas, il est difficile d'affirmer que la présence des fructosides soit liée aux processus de l'amylogenèse.

L'amidon est accompagné de stachyose dans la plupart des graines des Légumineuses. Henri Colin, avec R. Franquet, a suivi la formation de ce sucre chez le Haricot. Le stachyose ne se trouve en quantités dosables ni dans les feuilles, ni dans la tige, ni dans les cosses. Il se rencontre uniquement dans la graine où il atteint les proportions de 2 p. 100 au moment de la dessiccation des gousses. Il se résorbe très rapidement au moment de la germination. Il s'observe aussi dans les graines à peu près dépourvues d'amidon, de Soja et de Lupin par exemple. Il n'est pas possible d'assigner au stachyose un rôle quelconque dans l'amylogenèse.

La présence de maltose à côté de l'amidon pose des questions assez troublantes, ce sucre passant pour être proscrit du règne végétal. On l'a cependant découvert, ces dernières années, en proportions considérables dans trois Phanérogames bien distantes l'une de l'autre dans la classification: le *Mercurialis perennis* (Euphorbiacée), l'*Umbilicus pendulinus* (Crassulacée) et le *Bolbostemma paniculata* (Cucurbitacée). Dans les tubercules de cette dernière espèce, il y aurait, à l'automne, jusqu'à 7 p. 100 de maltose, alors que le taux de l'amidon, ne dépasse pas 12-14 p. 100. Comment expliquer la présence insolite du maltose? Provient-il de la condensation immédiate du

glucose ou n'est-il que le produit de l'hydrolyse de l'amidon? Dans la première hypothèse, il s'agirait tout simplement de la phase initiale de la synthèse biochimique de l'amidon; mais, dans la deuxième hypothèse, pourquoi les dextrines qui sont les termes intermédiaires, font-elles complètement défaut?

Deux conclusions générales se dégagent de ces recherches sur la genèse des matières amylacées. En premier lieu se trouve condamnée la théorie d'après laquelle la synthèse de l'amidon répète en sens inverse les phases de l'hydrolyse. Tout comme l'amidon chlorophyllien, l'amidon de réserve se forme d'emblée, au dépens des sucres les plus simples sans qu'apparaissent des produits intermédiaires. En second lieu, toutes les transformations que subissent les glucides au cours de leurs migrations dans les diverses parties de la plante entrent dans les cadres de cette double proposition: « Toute accumulation, même transitoire, de matière hydrocarbonée, en un point déterminé, est corrélative de condensations qui tendent à diminuer la pression locale; inversement, toute évacuation de réserves glucidiques s'accompagne d'hydrolyses plus ou moins profondes. C'est l'énoncé de la loi de Maquenne».

Recherches sur les diastases.

Les glucidases du *Botrytis cinerea*, forme conidienne du *Sclerotinia Fuckeliana*, ont fait l'objet des toutes premières recherches scientifiques de Henri Colin. Ce Champignon sécrète un grand nombre d'enzymes agissant sur de multiples saccharides, mais la présence dans le milieu d'un sucre donné ne suscite pas nécessairement la sécrétion du ferment correspondant, et le mycélium poussé sur du glucose n'en élabore pas moins de la lactase, de la maltase et de la saccharase. Du point de vue de leur diffusibilité, les diastases du *Botrytis* se divisent en deux groupes: les unes, par exemple la saccharase, se répandent dans le milieu de culture; les autres, telles la maltase, la lactase, sont endocellulaires. En ce qui concerne la spécificité,

Henri Colin s'est trouvé en présence de problèmes complexes que, dans l'état où se trouvaient alors nos connaissances, il ne lui a pas été possible de résoudre.

Au sujet des lois d'action de la saccharase et de la β-glucocidase, Henri Colin et Mlle A. Chaudun ont nettement démontré que l'hydrolyse diastasique dépend non de la valeur absolue de la teneur en sucre, mais des rapports des concentrations en saccharose et en ferment. Tout se passe comme si l'enzyme formait avec le sucre un complexe transitoire qui apparaîtrait presque instantanément pour se décomposer ensuite «avec une vitesse finie». On ne peut dire si ce complexe correspond à une vraie combinaison chimique ou à un simple composé d'adsorption.

Henri Colin donne une explication de l'optimum de réaction, c'est-à-dire du maximum que présentent les courbes d'hydrolyse, en le rapportant à la réaction acide ou alcaline du milieu: le poids de sucre pour lequel la vitesse d'hydrolyse est la plus grande en présence d'une quantité déterminée de ferment, varie dans une large mesure avec le pH du liquide. Interviendrait la nature colloïdale du ferment. Les ions H, en zone acide, favorisant l'agglomération des micelles, diminueraient la surface active de catalyseur et abaisseraient la vitesse d'hydrolyse, bien que la stabilité du corps hydrolysable aille en diminuant. C'est par la très grande stabilité que prend, au contraire, le corps hydrolysable, en zone alcaline, à partir d'une certaine concentration en ions OH, que l'hydrolyse devient impossible. — L'action des différents facteurs qui contrarient ou empêchent l'inversion diastasique a été très exactement déterminée. La présence de glucose et de lévulose, de ce dernier surtout retarde l'inversion sans qu'on puisse dire exactement pourquoi. Les alcools, l'alcool méthylique particulièrement, la glycérine par sa viscosité, diminuent de manière notable la vitesse d'inversion; l'urée se comporte comme une base faible; l'aniline interviendrait en bloquant un groupement aldéhydique que posséderait la sucrase. Les sels des métaux lourds fixeraient l'enzyme en un complexe inactif et l'immobiliseraient ainsi en grande partie.

L'augmentation de la teneur en sucre amène une diminution de la vitesse d'hydrolyse par suite sans doute d'une plus grande viscosité du milieu, les micelles fermentaires, étant donné leur volume considérable, ne pouvant que se trouver gênées dans leur évolution. Avec les acides forts, HCl par exemple, l'inversion est toujours favorisée, sauf lorsque la dilution de l'acide est supérieure à N/500. Avec les acides faibles, au contraire, l'inversion est dans tous les cas paralysée avec la concentration. — La différence essentielle entre l'hydrolyse acide et l'hydrolyse diastasique réside dans ce fait, sur lequel Henri Colin insiste particulièrement, que l'allure du phénomène biochimique dépend non pas des concentrations en sucre et en diastase, mais du rapport de ces concentrations. Lorsque l'enzyme est en excès par rapport au saccharose, la vitesse décroît dès le début; lorsque c'est l'inverse, elle se maintient à peu près constante, tant que l'excès de saccharose n'est pas hydrolysé.

Ces considérations ont amené Henri Colin, avec M^lle^ A. Chaudun, à préciser les conditions dans lesquelles s'exerce l'hydrolyse acide. Il confirme d'abord les notions déjà acquises relatives au potentiel d'hydrolyse des divers acides. Son attention s'est ensuite portée sur l'influence des sels neutres et sur l'effet de concentration du milieu.

Quand il s'agit d'un acide faible, la présence de sels neutres abaisse la vitesse d'hydrolyse et cela paraît normal, le sel provoquant un recul marqué de la dissociation de l'acide. Quand il s'agit d'un acide fort, HCl par exemple, la présence d'un sel neutre, soit un chlorure, exalte le pouvoir hydrolysant, un facteur d'accélération devant, dans ce cas, compenser la diminution de vitesse corrélative au recul de dissociation. On peut, à cet égard, envisager trois cas. — Dans le cas, d'abord, où acide et sel ont l'anion commun (HCl et KCl par ex.), si la concentration en sel neutre est comprise entre N/10 et N/20, le rapport K'/K des constantes d'hydrolyse (K' étant celles de la liqueur témoin: saccharose à 5 p. 100 hydrolysé par HCl seul) est égal à l'unité, les deux effets de signe contraire étant égaux en valeur absolue; si la concentration est plus élevée, K'/K augmente; si elle est plus basse, K'/K va en diminuant. — Dans le cas où

acide et sel n'ont pas d'anion commun (HCl et KBr par ex.), le rapport K'/K ne descend jamais plus bas que l'unité, le sel, sans anion commun avec l'acide, n'exerçant aucune influence sur la dissociation de cet acide. — Dans le cas enfin où acide et sel n'ont aucun ion commun, il se produit alors des doubles décompositions régies par les lois concernant le partage d'une base entre deux acides. H. Colin et Mlle Chaudun ont déterminé le pouvoir hydrolysant d'un grand nombre de ces mélanges. — Relativement à l'effet de concentration du milieu, les deux savants ont fait ressortir toute l'inexactitude de la loi de Wilhelmy, d'après laquelle la vitesse d'hydrolyse serait rigoureusement proportionnelle à la quantité de sucre; ils ont démontré que d'autres substances telles que le glycérol ou le mannitol se comportent comme le saccharose, qu'il s'agit d'un effet de concentration pur et simple et que toute l'attention doit se porter, par conséquent, sur les variations de la teneur du milieu en eau libre.

A la suite des beaux résultats acquis par E. Bourquelot et ses élèves dans la synthèse des disaccharides, Henri Colin s'est demandé s'il n'y avait pas là de quoi établir une théorie générale de la réversibilité, étant données la complexité des poudres fermentaires et l'impossibilité de mettre en jeu un réactif diastasigène unique. La réversibilité, au sens plein du terme, exigerait que toute hydrolyse diastasique fût limitée, au moins quand les produits de la dégradation ne subissent, une fois libérés, aucune espèce d'isomérisation. Or un grand nombre de réactions sont totales. Rien n'est plus typique, à cet égard, que l'hydrolyse fermentaire du maltose. Elle est limitée en présence des extraits de Levure, complète sous l'action de poudres fermentaires de diverses Mucédinées. Serait-ce que la maltase de Levure diffère de celle des Moisissures ou manque-t-il à cette dernière l'agent de synthèse qui la rend capable de synthétiser le maltose aussi bien que de l'hydrolyser? Pour certains auteurs, le ferment qui préside à l'hydrolyse est distinct de celui qui effectue la synthèse; ces auteurs sont ainsi contre la théorie de la réversibilité.

Les recherches que Henri Colin a entreprises avec A. Sénechal, sur

les ferments oxydants ont consisté à comparer quelques systèmes oxydants à base de fer aux peroxydiastases naturelles, particulièrement à celle de la racine de Raifort, qui, d'après Willstæter, ne serait qu'un glucoside azoté contenant 0,5 p. 100 de fer dans ses cendres. Les conclusions de ces recherches sont fort nettes: il n'est pas possible d'attribuer à l'ion Fe^{+++} les propriétés peroxydasiques des sucs végétaux. Le fer, dans les sucs, se trouve masqué, uni sous forme de ferrioxalate, ferricitrate, etc., à des oxydes organiques faibles et ne donne pas, de la sorte, les réactions ordinaires du fer. S'il intervient dans l'action peroxydasique propre à la plupart des sucs végétaux, ce n'est pas en tant que Fe^{+++}. Il y a des composés ferriques organiques, tels que l'hémoglobine, qui sont doués de propriétés peroxydasiques plus ou moins énergiques, mais rien n'autorise à attribuer à l'action de composés semblables les propriétés oxydantes de la peroxydase du Raifort. Avec Gilberte Legrand, Henri Colin a montré que de nombreux Champignons supérieurs, des Russules et des Lactaires notamment, sont capables d'oxyder le mélange d'α-naphtol et de diméthylparaphénylène diamine (nadi) avec formation de bleu de naphtol. Cette réaction a été rapportée à une diastase spéciale, une indophénol-oxydase paralysée par HCN et H_2S, mais insensible à l'action de CO.

Recherches sur les matières pectiques et la membrane cellulaire.

A la suite des travaux de F. Ehrlich, il a été admis que la pectine de la Betterave à sucre offrait la composition que l'on peut ainsi résumer. Par traitement à l'eau chaude, la pulpe, préalablement dessucrée, donne, en fait de matières saccharifiables, un mélange d'arabane et de pectate calco-magnésien. L'arabane est lévogyre et livre par hydrolyse de l'arabinose sans trace de galactose; il s'agirait d'une tétrarabane. Ce pectate est le sel calco-magnésien de l'acide pectique. Cet acide comprend 4 molécules d'acide galacturonique soudées entre elles, en chaîne fermée vraisemblablement, par des liaisons glucosidiques. Deux carboxyles de l'acide sont éthérifiés par l'alcool mé-

thylique, les deux autres salifiés par la chaux et la magnésie. Une molécule de galactose et une d'arabinose sont fixées sur le noyau. D'après Ehrlich, la pectose de Frémy ou pectine insoluble serait composée de 20 p. 100 d'arabane et de 80 p. 100 de pectate. L'eau chaude la solubilise et l'hydrolyse en même temps en donnant la pectine soluble ou hydratopectine.

Henri Colin admet difficilement que le ciment intercellulaire, c'est-à-dire la lamelle moyenne des parois ait la composition que Ehrlich attribue à la pectine. Il base son opinion sur les différences qu'offrent les extraits aqueux successifs des pulpes végétales dessucrées, différences telles qu'il n'est pas possible de considérer les produits obtenus comme résultant de l'hydrolyse d'une seule et même substance. Il procède à la dépectination progressive de la pulpe de Betterave, d'une part, à l'eau chaude et à l'eau acidulée, d'autre part, à une dépectination diastasique en employant les poudres fermentaires de diverses Mucédinées, surtout celle du *Penicillium Ehrlichii*, et le suc d'Escargot. Dans tous les cas, il étudie les produits de dégradation, leurs proportions, leurs propriétés chimiques et optiques. C'est ainsi qu'il établit des caractères différentiels qui ne correspondent nullement à la composition de l'hydratopectine décrite par Ehrlich.

Pour ce qui concerne la constitution générale de la membrane cellulaire, on ne doit pas perdre de vue que les matières pectiques formant la lamelle moyenne se trouvent comprises entre deux parois cellulosiques à la limite desquelles il ne peut y avoir de séparation bien tranchée; il y a nécessairement une région intermédiaire que l'on a toutes raisons d'appeler pecto-cellulosique. L'arabane et le pectate du ciment intermédiaire ne sont pas étroitement combinés en proportions définies; ce ciment n'a pas nécessairement la même composition dans toute son épaisseur et l'on ne peut nullement tabler sur les réactions des matières pectiques pour affirmer qu'il se compose uniquement de ces substances. Celles-ci sont furfurogènes à divers degrés, mais les pentosanes le sont aussi et si elles livrent de l'alcool méthylique, le ligneux en fournit bien davantage. On carac-

térise aussi les matières pectiques par la coloration rouge tenace que leur confère le rouge de ruthénium, et l'on attribue (bien à tort) cette réaction à une combinaison des acides uroniques de la matière pectique avec un groupement basique du colorant, mais la gélose des Algues, tout à fait exempte d'acides uroniques, donne également la réaction; celle-ci se produit même avec la cellulose amenée à un certain degré de dégradation. — Chez l'*Helianthus annuus*, la moelle, qui en fin de végétation a perdu tout son contenu cellulaire et n'est plus représentée que par des membranes, donne 46 p. 100 d'acides uroniques; le seul constituant du ciment intercellulaire serait l'acide polyuronique, insoluble dans l'eau et l'alcool, se dissolvant, par contre, aisément, après déminéralisation, dans les solutions étendues d'alcalis et de carbonates alcalins. La moelle d'*Helianthus tuberosus*, légèrement lignifiée, ne contient que 23 p. 100 d'acides uroniques; son ciment intercellulaire se rapprocherait de la pectine typique telle qu'elle existe dans la Betterave. Les acides uroniques sont encore moins abondants dans les moelles plus lignifiées d'Armoise ou de Sureau.

Il faut plusieurs ferments pour hydrolyser l'hydratopectine, solution d'arabane et de pectate: une arabanase qui transforme l'arabane en arabinose, une pectinase qui attaque le pectate, enfin une pectolase et une pectolactonase qui agissent sur le noyau tétragalacturique.

C'est à l'arabanase que l'on rapporte la saccharification de l'arabane par le suc d'Escargot. Mais cette diastase n'a pu être isolée et l'on ignore quels sont ses rapports avec les autres ferments, quelles sont les substances sur lesquelles elle porte exactement son action.

On a appelé pectinase la diastase extraite par Bourquelot et Hérissey de l'Orge germée et qui donne des sucres réducteurs aux dépens non des pectines, comme l'on disait alors, mais de l'acide pectique. D'après la manière de voir de Ehrlich sur la composition des matières pectiques, la pectinase serait en réalité le ferment qui dédouble la pectine insoluble (pectose de Frémy) en ses deux constituants

arabane et pectate. Henri Colin, pour éviter toute équivoque, avait proposé les termes de pectosase ou de pectosidase, mais ils n'ont pas été adoptés. Il est certain qu'on ne peut ranger ce ferment que parmi les osidases, étant donné que, sous son action, il apparaît au moins un groupement réducteur. Les processus de dépolymérisation des grosses molécules sont, en effet, toujours accompagnés de processus de saccharification. Dans l'hydrolyse de la pectose par le suc d'*Helix*, la saccharification va presque aussi vite que la dissolution et rien ne dit que l'arabinose et le galactose, fixés sur le noyau, ne soient pas arrachés, en partie du moins, avant que celui-ci ne passe en solution.

Les préparations obtenues à partir de certaines Moisissures, du *Penicillium Ehrlichii* spécialement, sont capables de s'attaquer au noyau uronique. Le suc d'Escargot donne à cet égard, les meilleurs résultats; c'est à ce suc qu'a eu recours Henri Colin. — La dégradation du noyau se fait en deux étapes. Dans la première, le noyau tétragalacturonique s'ouvre en un point, un groupe aldéhydique se trouve libéré pendant que, sur l'une des molécules disjointes, se produit une éthérification interne par laquelle l'acide pectolique initial est transformé en acide pectolactonique. Dans une deuxième étape, il y a libération complète de 4 molécules d'acide uronique, au dépens de l'acide pectolactonique, et le milieu devient fortement réducteur. Une pectolase, d'après Ehrlich, préside à la première phase, une pectolactonase à la deuxième. — Henri Colin ne pense pas que l'on puisse rapporter à la pectolase la mise en liberté de l'arabinose et du galactose; il lui paraît aussi difficile d'admettre qu'une seule et même diastase décroche à la fois l'arabinose et le galactose. On n'a pas réussi jusqu'ici « à libérer l'un à l'exclusion de l'autre. Du point de vue fermentaire, l'hydrolyse du pectate apparaît ainsi fort complexe et soulève d'intéressants problèmes de spécificité ».

La pectase est ce ferment qui amène la coagulation des solutions aqueuses de pectines. Découverte par Frémy, elle a été plus tard étudiée par G. Bertrand et A. Mallèvre qui démontrèrent que la pré-

sence des sels de Ca, de Sr ou de Ba était nécessaire à la coagulation. D'après Fellenberg (1914), le phénomène serait accompagné d'une saponification comportant l'acidification du milieu et la mise en liberté d'alcool méthylique. Henri Colin s'est appliqué à rechercher les vrais rapports entre cette coagulation et cette prétendue saponification. L'acidification, résultant du départ de l'alcool méthylique, ne lui paraît pas être la cause de la coagulation, les acides ne gélifiant pas la pectine. La gélification serait-elle due au noyau uronique qui effectivement donne des gelées épaisses avec la chaux et la baryte? Il faudrait, dans ce cas, admettre que l'alcool méthylique, libéré par la pectase, est remplacé par la chaux, celle-ci étant elle-même empruntée à un sel quelconque (chlorure ou nitrate) avec mise en liberté de l'acide de ce sel en quantité équivalente. Henri Colin envisage d'autres hypothèses, par exemple celle de l'intervention de groupes acétyles, mais, ajoute-t-il, pour étudier le vrai mécanisme de la coagulation, il faudrait s'adresser à la pectine débarrassée d'acide acétique et cela ne lui paraît pas facile. Finalement, s'il est vrai que la pectase, en présence des sels calciques coagule le pectate sitôt saponifiés les groupements esters méthyliques, ce ferment doit être considéré comme une estérase et non rester dans la catégorie mal définie des coagulases.

Henri Colin, à qui tout l'intérêt et l'étendue de ces observations nouvelles n'avaient pas échappé, s'est efforcé de les vulgariser dans des périodiques techniques, et d'en extraire quelques notions dont la sucrerie tout particulièrement était appelée à tirer profit. Dans cette industrie, on a toujours considéré la pectine comme l'un des «non-sucres» des jus de diffusion. Cette opinion n'est nullement fondée, attendu qu'il s'agit, dans ce cas, de substances dont la quantité varie avec les différentes sortes de Betteraves, avec leur état plus ou moins sain, leur comportement dans les silos; attendu, d'autre part, que, si l'on constate la présence de matières furfurogènes dans les jus de diffusion ou la formation encore d'acide mucique, rien ne prouve que ces produits soient d'origine pectique. — Bien plus, les

seules réactions spécifiques des pectines sont celles des pectates et de l'acide galacturonique (réaction à la résorcine, décarboxylation; pour l'acide galacturonique particulièrement, formation d'un précipité rouge tuile sous l'action de l'extrait de Saturne à chaud); or, le jus de diffusion industrielle ne donne aucune de ces réactions, s'il est exempt de pulpes folles, s'il s'agit de Betteraves fraîches et si la température ne dépasse pas 65°. — Certains techniciens ont attribué aux pectines l'excès de sucre qui serait élaboré au cours de la diffusion. Henri Colin donne l'explication rationnelle de cette formation du «plus sucre». L'arabane n'y est pour rien; seul le pectate entre en jeu. «Le chaulage, que l'on pratique pour la défécation, introduit du calcium dans la molécule du pectate en plus de celui qui s'y trouve déjà, ce nouveau composé est bien moins soluble que l'ester méthylique primitif, le pectate naturel; il se prend facilement en gelée et la chaleur favorise la déshydratation de ce gel, donc accélère la filtration». On voit, de la sorte, que la défécation par la chaux n'est pas une floculation pure et simple comme le prétendent les techniciens, mais une opération complexe qui aide de diverses manières à la diffusion.

Recherches sur l'hérédité. Greffe et hybridation.

La question toujours pendante au sujet du greffage est celle de l'influence réciproque du sujet et du greffon. De nombreux auteurs se sont attachés au problème; il a été résolu le plus souvent par la négative. Henri Colin en greffant *Chenopodium Vulvaria* sur *Ch. album* n'a jamais pu constater chez ce dernier le passage de la triméthylamine, que *Ch. Vulvaria* élabore cependant en quantité notable. Ses plus importantes recherches ont porté sur l'association Soleil (*Helianthus annuus*) et Topinambour (*H. tuberosus*), le premier exempt d'inuline, le deuxième en possédant en abondance, non seulement dans les tubercules, mais aussi dans les tiges à l'exclusion toutefois des feuilles. Il est évident que l'inuline ne se retrouve pas dans la symbiote Soleil; elle passe néanmoins, mais, dès son passage, elle est

rapidemment saccharifiée; à côté du bourrelet, en effet, on peut mettre en évidençe de petites quantités d'inuline qui subsistent à côté du lévulose; à mesure qu'on s'éloigne de la soudure, les sucs tendent à reprendre leur composition normale. Les mêmes phénomènes s'observent, de manière plus manifeste, dans les greffes d'*Aster* sur *Artemisia*. La saccharification de l'inuline qui pénètre dans le sujet dépendrait de l'intensité de la circulation et de la teneur des tissus en inulase. *Artemisia annua* greffé sur Absinthe se montre bel et bien pourvu d'inuline.

En 1920, Henri Colin entreprit de longues expériences d'hybridation sur les Orges. Il croisa une Orge noire à barbes lisses (*Hordeum ciorynchum*) avec une Orge blanche à barbes rugueuses dite Orge Albert, expériences typiques d'hybridation où les parents diffèrent l'un de l'autre par deux caractères extérieurs bien évidents. L'analyse de la descendance fut poursuivie au delà de la 13e génération. Sur 4 épis noirs fécondés par le pollen d'Orge Albert, on obtint, en F_1, 20 grains hybrides de couleur noire et rugueux (caractères dominants). La dissociation se poursuivit aux générations suivantes conformément aux lois de Mendel, sous certaines réserves toutefois tenant au fait que rugosité et couleur n'apparaissaient pas bien tranchées. En outre, les grains non ridés ou marbrés, les arêtes frisées, les barbes blanches sur épis noire, les épis penchés se sont montrés comme des particularités se rattachant purement et simplement à des fluctuations. En F_7, la descendance obtenue dans cinq régions différentes (Jardin des Carmes, Museum, Prébanne dans l'Indre, Bains-les-Bains, Jersey) ne comprenaient que des épis noirs et rugueux. La couleur blanche n'était plus apparue dans la suite et Henri Colin croyait le type parfaitement fixé, lorsque, à la 13e génération, il constata la présence d'épis lisses et, plus tard, des variations de couleur du noir au gris qui dépendaint vraisemblablement des conditions atmosphériques. Le rythme de la disjonction n'était finalement pas invariable d'une manière absolue.

Henri Colin a maintes fois essayé de croiser des Hélianthes viva-

ces, qui tous possèdent de l'inuline, avec des Hélianthes annuels qui n'en sécrètent pas. Ses insuccès, dans ces expériences, ont été attribués à l'incompatibilité du chimisme spécifique. Il a été également impossible de croiser les trois Iris de la région parisienne qui, comme les Hélianthes, offrent des différences quant à leur réserve glucidique. Mais on a fait valoir que ce qui s'opposait, dans ce cas, à l'hybridation résidait en réalité dans les divergences des caryotypes, *Iris germanica* possédant 12 chromosomes haploïdes, *Iris Pseudacorus* 17 et *I. fœtidissima* 20. L'argument, cependant, manque de fondement puisque on a pu réussir à croiser des espèces nettement aneuploïdes, par exemple, *Iris pallida* à $n = 12$ avec *I. tectorum* à $n = 14$; ou bien *I. susiana* à $n = 10$ avec *I. Hoogiana* à $n = 22$; ou encore *I. iberica* à $n = 10$ avec *I. macrantha* à $n = 24$.

En tout cas, Henri Colin se garde de conclure que la différence de composition chimique puisse être un obstacle à l'hybridation. Tout dernièrement, des génétistes russes n'ont-ils pas réussi à croiser des Blés (*Triticum*) avec des Chiendents (*Agropyrum*), les premiers étant des plantes annuelles à lévosine, les seconds des plantes vivaces à triticine? Chez les Scilles, les fructosanes sont différents d'une espèce à l'autre; dans certains cas, les bulbes sont bourrés d'amidon, dans d'autres, ils en ont à peine. Colin n'a pu croiser la Jacinthe des bois avec la plupart d'autres espèces bien caractérisées; l'hybridation est facile, par contre, avec toutes les variétés campanulées horticoles, dépourvues d'amidon comme la Jacinthe des bois. Mais la question ne semble pas, par là même, résolue, étant donné que là où il y a eu insuccès de petites quantités seulement d'amidon accompagnent une grosse masse encore inconnue de fructosanes solubles.

Les hybridations chez les Betteraves, en raison même de l'importance économique de la question, ont été assez multipliées. Les croisements, dans une première série d'essais ont été effectués entre Betteraves cultivées, sucrières et fourragères, dans une deuxième série, entre plantes cultivées et plantes sauvages. Dans tous les cas,

Henri Colin a rigoureusement opéré par castration et en séquestrant étroitement les fleurs privées de leurs étamines.— La Géante blanche de Vilmorin, à 6,5 p. 100 de sucre, pollinisée avec la sucrière *A* à 13,5 p. 100 a donné, en F_1, un hybride ayant l'aspect et la structure du parent riche et renfermant 11 p. 100 de saccharose. La richesse moyenne des parents étant $\frac{6,5 + 13,5}{2} = 10$, il n'était pas possible de dire que la Betterave pauvre eût dans l'hybride supplanté la Betterave riche.— Dans une autre expérience, la Géante blanche, qui est plutôt une demi-sucrière, a été remplacée par une fourragère plus typique, la Géante de Vauriac. Les résultats, de cette manière, se sont montrés plus concluants, la richesse de l'hybride dépassant certaines années la moyenne des parents, et, dans tous les cas, les hybrides offrant nettement les caractères qui vont de pair avec la richesse: minéralisation réduite, faible teneur en N et P solubles, moindre degré d'hydratation, vascularisation serrée.

« Il est donc ainsi démontré, ajoute Henri Colin, de la façon la plus rigoureuse, qu'on ne risque pas de détériorer une Betterave riche en la croisant avec une autre de moindre qualité. La richesse en F^1 sera presque toujours supérieure à la moyenne des parents et parfois égale à celle du parent riche. On trouvera, dans la descendance, des individus aussi recommandables que ce dernier. En les isolant on en verra augmenter le nombre d'une génération à l'autre. »

Les croisements effectués entre Betteraves sucrières et Betteraves sauvages (*Beta maritima* ou *B. trigyna*) n'ont rien appris de plus, quant à l'hérédité de la richesse saccharine, que les croisements entre Betteraves cultivées. Pratiquement, les avantages acquis ont été suivis d'inconvénients majeurs.— La caryologie ayant fait connaître que *Beta maritima* n'est qu'une forme de *B. vulgaris*, à 9 chromosomes, et que l'espèce caucasienne *B. trigyna* possède 27 chromosomes, on pouvait espérer qu'en croisant ces deux espèces on obtiendrait une race polyploïde. L'expérience n'a pu être poussée plus

loin que l'hybride de première génération, qui s'est montré autostérile. Réussirait-elle, il n'est pas certain que les produits obtenus se fissent remarquer par leur taille et cela serait-il, on ne voit pas, fait remarquer Colin, ce que l'industrie pourrait y gagner, attendu que «les fabricants de sucre n'ont jamais cessé d'écarter les racines géantes et n'ont rien trouvé de mieux pour élever le rendement en sucre que d'augmenter la densité de la population. A moins que la polyploïdie ne mette fin à l'antagonisme entre la taille et la richesse saccharine.» — Henri Colin a essayé bien d'autres croisements, par exemple, entre *B. patellaris* d'une part, commune dans la région d'Agadir et de composition chimique bien différente de celle de *B. vulgaris*, et, d'autre part, des Betteraves sucrières et fourragères, ou encore *B. maritima* ou *B. trigyna*. Ces croisements n'ont pas réussi; Colin a attribué ces insuccès au climat, ayant remarqué que d'une année à l'autre, depuis 1932, date de la récolte de *B. patellaris*, le pouvoir germinatif des graines de cette plante allait en diminuant.

A cet égard, on peut rappeler les quelques observations que Henri Colin a eu l'occasion de noter relativement à l'action de l'ambiance sur la sélection. Il y a, c'est évident, des conditions de milieu qui rendent vaines toute sélection. Un terrain défavorable, mal aéré, suscite dès la première année des montées à graine, dans des proportions parfois assez élevées. La lumière favorise l'accumulation des principes dans les organes souterrains et s'oppose au développement des parties aériennes, contrairement à l'opinion des techniciens de l'Europe Centrale, qui prétendent que la Betterave, plante du Nord, préfère un ciel brumeux à la lumière vive. Henri Colin démontre que la récolte est toujours plus abondante en pleine lumière; qu'en lumière atténuée, les plantes apparaissent plus vigoureuses, mais que le rendement en pulpe est faible. La sécheresse est la pire des choses pour la Betterave; mieux vaut moins de lumière et davantage d'eau, mais si l'eau est en suffisance, la lumière ne peut qu'être favorable.

Recherches sur diverses questions de physiologie et de chimie végétales.

Au cours de ses travaux, Henri Colin s'est trouvé en mesure d'enregistrer des notions, qui, bien que se plaçant en marge de ses recherches principales, n'en présentent pas moins un grand intérêt biologique. Il n'est pas possible d'en donner une analyse, même succincte, faisant ressortir toute leur originalité ; il faut se contenter de simples indications.

Cherchant à obtenir un milieu nutritif dont la composition fût la plus favorable au développement du *Botrytis cinerea*, qui lui a servi à ses premières investigations sur les diastases, Henri Colin a attiré l'attention sur le rôle du magnésium, substance qui doit être ajoutée au liquide Raulin autrement qu'à l'état de traces, sur le rôle encore du potassium qui pousse au développement maximum, sur l'acidité enfin dont une dose minima est indispensable. Dans un autre travail, Henri Colin envisage la toxicité du cuivre sur le même organisme; elle est beaucoup plus prononcée que pour les autres Moisissures.

Avec J. de Rufz de Lavison, Henri Colin montre comment les métaux Ba, Sr, Ca cheminent dans la plante et dans quels tissus ils se localisent de préférence; avec A. Grandsire, il met en lumière les différences qu'offrent, par rapport aux feuilles vertes, les feuilles chlorotiques et les feuilles rouges quant à leur teneur en substances minérales (KOH, CaO, S, P) et en glucides (amidon, saccharose, glucose, lévulose); avec H. Belval, il explique la teneur élevée en saccharose du suc des plantes, en présence d'une acidité parfois assez forte, en faisant remarquer que, dans les liqueurs complexes que sont les sucs, les acides sont accompagnés de leurs sels, que leur pouvoir d'inversion se trouve, de ce chef, abaissé en même temps que la concentration du milieu en ions H, et cela dans une mesure qui dépend du rapport de l'acidité libre à l'acidité salifiée. — Les agronomes de Rothamsted prétendant qu'il existe des pentoses dans les feuilles de Betterave et de Pomme de terre, Henri Colin démontre, avec R. Fran–

quet, que s'il y a des pentoses dans ces organes, ils y représentent moins des trois centièmes du sucre total et que l'erreur des auteurs anglais doit être rapportée au fait qu'ils considèrent comme pentoses tout ce qui, dans les extraits alcooliques des feuilles, réduit la liqueur cupro-potassique après action des Levures ordinaires.

Dans le domaine de la microbiologie, Henri Colin a fait remarquer, avec E. Aubel, que pour la production du pigment bleu par le Bacille pyocyanique, l'asparagine et la peptone sont les sources d'azote les plus favorables, que les sucres, le glucose par exemple, empêchent la formation du pigment. Il note encore que la filtration des toxines, comme celle des diastases, est fonction de la réaction du milieu, que les produits filtrés en liqueur acide sont toujours considérablement affaiblis. Il étudie les conditions dans lesquelles peut être obtenue la stérilisation des liquides au moyen du gaz carbonique sous pression et le comportement de diverses espèces de Bactériacées dans ces conditions. Il donne la preuve que l'oxyde azoteux, en l'absence rigoureuse d'oxygène, est totalement dépouvu de pouvoir bactéricide, les stérilisations observées par Priestley à l'aide de l'air nitreux étant le fait de l'acide azotique qui se formait à la faveur de l'air humide provenant des cadavres des souris mises en expérience.

Avec O. Liévin et A. Chaudun, il a fait connaître quelques observations intéressant l'histoire générale de la chimie des sucres. Il a proposé, pour mettre en évidence par simple hydrolyse diastasique la nature α ou β du glucose en combinaison, une méthode n'offrant pas les inconvénients de celle de Armstrong et consistant à doser simultanément, par voie chimique et par voie polarimétrique, le glucose libéré au cours de l'hydrolyse, l'écart étant en faveur du polarimètre ou des méthodes chimiques selon que le glucose est de la forme α ou β. — Dans la mutarotation des sucres, il montre que le phénomène est accéléré sous l'action de doses de bases alcalines beaucoup plus faibles que ne le croyaient les premiers observateurs, Schulze et Tollens. Des liqueurs normales de NaOH ou de NH_3 diluées au cinq millième favorisent encore nettement la transformation du glu-

cose; avec le lévulose, il suffit d'une dilution au trois millième. Les bases fortes accélèrent la mutarotation plus que les faibles. Quant à l'influence des acides, elle est bien moindre que celle des bases et beaucoup plus complexe.

Ayant fait remarquer que la différenciation des cétoses et des aldoses par la réaction de Fenton ne se produit pas en atmosphère sèche, il propose de remplacer, dans cette réaction, les vapeurs de HBr par quelques gouttes de HCl fumant versées au fond d'une éprouvette et de faire arriver au-dessus du liquide un tesson portant une parcelle de la substance à analyser. — Au sujet du dosage des sucres aldéhydiques par l'iode selon le procédé Bougault, Henri Colin, avec O. Liévin, insiste sur la nécessité de déféquer sévèrement, surtout quand il s'agit d'extraits de feuilles; encore trouve-t-on souvent des chiffres trop élevés, étant données de nombreuses incompatibilités des méthodes iodométriques.

Ajoutons enfin que Henri Colin a publié, pour le dosage polarimétrique des sucres, des tables à double entrée destinées à abréger les calculs.

A maintes reprises, Henri Colin a eu l'occasion de développer ses idées relativement aux rapports du chimisme et de la classification. Il revendique pour la physiologie le droit de faire intervenir en systématique les données de la composition chimique pour une détermination plus étendue et plus exacte des affinités. Mais il voit les difficultés d'une telle méthode et souligne toutes les contradictions qu'elle ne manquerait pas d'entraîner. Si l'argument biochimique devenait dominant, il faudrait par exemple considérer comme très éloignés l'un de l'autre un *Brachypodium* et un *Bromus*, un *Agropyrum* et un *Triticum*, un *Endymion* et un *Scilla*, introduire encore des divisions génériques dans les *Iris*, ce qui serait difficilement acceptable. Il y a là matière à discussions depuis longtemps engagées et toujours ouvertes; l'on est aujourd'hui généralement d'avis que c'est vainement que l'on cherchera la solution du problème dans ce chimisme qualitativement et quantitativement variable des produits inertes du métabolisme.

Henri Colin a su s'entourer de laborieux disciples. Leur nombre dépasse la trentaine. Je me suis efforcé, sans y réussir assurément selon mes désirs, de faire la part de leur mérite, dans cette revue trop rapide et trop incomplète des travaux de leur maître. Celui-ci, grand animateur, a su leur inspirer le « feu sacré » ; il en a fait les héritiers de sa pensée et nous pouvons être assurés qu'ils resteront ardemment attachés à la recherche originale.

Par son activité personnelle et par toutes celles qu'il a stimulées autour de lui, Henri Colin prend rang parmi les plus célèbres phytophysiologistes des temps modernes. Il a eu vraiment le culte du travail et du travail bien fait. Il avait la passion de la découverte et tenait en aversion ceux qu'il qualifiait de livresques et les amateurs de publications trop hâtives. — Pieux serviteur de Dieu, fervent apôtre de la religion, plein des pensées de l'Au-Delà, il aimait à rappeler que nos heures sont comptées, toujours trop courtes, et qu'il fallait les bien remplir. Reconnaissant qu'on ne peut tout étudier, il professait qu'il est nécessaire, une fois choisie une spécialité, de s'y tenir et de la cultiver profondément pour en retirer les plus sérieuses et les plus fécondes moissons.

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

PAUL MARCHAL

(1862-1942)

déposée en la séance du 24 juillet 1944,

PAR

M. LOUIS FAGE

Membre de l'Académie des sciences.

Rendre hommage à la mémoire de Paul Marchal est, pour son successeur à l'Académie, plus qu'un devoir, c'est l'occasion de donner en exemple aux biologistes une œuvre de qualité exceptionnelle, une vie de labeur, tout entière consacrée à la recherche de la vérité. La méthode impeccable qui présidait aux travaux de notre regretté Confrère, la précision qu'il apportait dans l'observation, l'habileté que révèlent toutes ses expériences donnent à cette œuvre une solidité et une élégance rares. Elle a été accomplie dans le

PAUL MARCHAL
1862 - 1942

P. Marchal

silence, par un savant modeste, voire timide, se complaisant dans un isolement qui favorisait sa méditation; mais elle eut un tel rayonnement que grande fut son influence en France et à l'Étranger.

Né à Paris le 27 Septembre 1862, Paul Marchal fit ses études au lycée Condorcet. Durant ses vacances il accompagnait souvent son grand-père maternel, M. Filleul qui, après avoir, durant de longues années, professé en Angleterre, s'adonnait en amateur à la Géologie. Le jeune Marchal revenait de ces excursions avec sa charge de fossiles et de cailloux qu'il rangeait minutieusement, et peut-être serait-il devenu lui-même géologue s'il n'avait été davantage attiré par la nature vivante, par les Insectes surtout qu'il rencontrait à chaque pas, jusque dans les carrières et les pentes sableuses vers lesquelles le conduisait le zèle du grand-père. Peu à peu, en effet, les récoltes d'Insectes se faisaient plus nombreuses que celles de cailloux, bientôt abandonnées, tandis que la lecture des *Souvenirs entomologiques* de Fabre achevait de décider d'une vocation à peine hésitante au début et qui devait s'affirmer magistralement dans la suite.

Aussitôt ses études classiques terminées, P. Marchal s'inscrivait, par goût, à la Faculté des Sciences et, par prudence, à la Faculté de Médecine. Il fut à la Sorbonne l'élève de Lacaze-Duthiers, dont les premiers travaux avaient bien été de pure Entomologie, mais dont l'activité était, depuis longtemps déjà, exclusivement dirigée vers les recherches de Zoologie marine. Le Maître estimait avec raison que le séjour au bord de la mer était indispensable à la formation des jeunes naturalistes. L'élève, licencié depuis deux ans, s'en fut donc, durant l'été 1885, au laboratoire de Roscoff. Il y trouva Y. Delage, G. Pruvot, L. Joubin, se lia d'amitié avec eux et, en leur compagnie, fit connaissance avec la faune marine.

Son premier contact avec la côte Bretonne fut marqué par un incident qui faillit lui coûter la vie. Parti avec G. Pruvot, à bord d'une frêle embarcation, pour une excursion dans les parages de l'île de

Batz, il fut surpris par le mauvais temps. En vue de Roscoff, la barque chavira et P. Marchal ne sachant pas nager, eut infailliblement péri, si Pruvot, qui bien que Bourbonnais était né marin, ne l'eut sauvé. De retour sur la grève en assez piteux état, P. Marchal retrouva sa jeune fiancée qui, avec l'émotion que l'on devine, avait assisté de loin au naufrage et suivi les péripéties du sauvetage.

Celle qui l'accueillait ainsi avec un sourire, mais les yeux encore humides de larmes, et qui fut la compagne la plus dévouée et la plus attentive à faire douce, jusqu'à la fin, sa vie de savant, il l'avait connue durant ses dernières années de Condorcet. M. Rumeau, père de la jeune fille, y enseignait le grec et le latin et recevait chez lui quelques disciples parmi lesquels le jeune Marchal était un des plus assidus.

Certes, ce séjour à Roscoff qui l'avait mis en présence d'un monde nouveau, les conseils du Maître, l'émulation des camarades, tous occupés à des recherches de biologie marine exercèrent un vif attrait sur Marchal. Mais il désirait, à ce moment, poursuivre certaines observations déjà entreprises sur les Insectes et, l'année suivante, délaissant la mer, il était à Borant, dans l'Oise, où il achevait son premier mémoire consacré à un Hyménoptère paralyseur, le *Cerceris ornata*. On verra la maîtrise avec laquelle ce jeune naturaliste de vingt-quatre ans aborda, pour son coup d'essai, et résolut, un des cas les plus difficiles de l'instinct, devant lequel avaient échoué et Fabre de Sérignan, et Romanes, le disciple de Darwin.

Cette même année 1887 fut celle où les élèves et admirateurs de Lacaze-Duthiers manifestaient en une fête intime leur reconnaissance au créateur des stations de Roscoff et de Banyuls. P. Marchal était de la fête et, une fois encore, entendit l'appel de la Sirène qui conviait les jeunes zoologistes à explorer la faune marine. Il y céda avec joie. Dès lors, il fréquenta plus assidûment les deux laboratoires maritimes où il prépara sa thèse de doctorat ès-sciences sur l'appareil excréteur des Crustacés décapodes (1892). Entre temps, il avait achevé ses études de médecine par une thèse, élaborée sous les auspices d'Armand Gauthier, sur la fonction rénale chez les In-

vertébrés (1889) et qui est une préface, ou, mieux, un complément à l'étude précédente.

On aurait pu croire que P. Marchal, abandonnant les Insectes et suivant en cela l'exemple de son Maître, se serait orienté définitivement, comme tant d'autres, vers la Zoologie marine. En vérité, la curiosité de son esprit, ses talents d'observation trouvaient partout matière à s'excercer; mais il est certain que l'Entomologie, par laquelle il avait si heureusement débuté, gardait ses préférences. Il confesse que, tandis qu'il rédigeait sa thèse à Guerchy, dans l'Yonne, il trouvait, chaque jour, dans une promenade entomologique, quelques instants de diversions à ses études d'Anatomie comparée. C'est au cours de ces excursions qu'il observa l'instinct si remarquable de l'Ammophile des sables.

L'été de 1893 se passa de même en pleine campagne, aux environs de Poitiers, et fut mis à profit pour étudier la reproduction et l'évolution des Guêpes sociales. Pendant ce séjour dans la petite commune d'Iteuil, il arriva à P. Marchal, si doux, si pacifique, si habituellement silencieux, d'être arrêté pour... tapage nocturne. Il lui fallait capturer des guêpiers souterrains avec leurs habitants. L'opération, dangereuse, se faisait de nuit. Son aide, affublé, comme lui, d'un étrange costume, se munissait par surcroît de précaution d'une vieille casserole qui, frappée avec frénésie, devait, pensait-il, servir à étourdir les Guêpes affolées et les rendre moins agressives. En fait, les habitants du voisinage étaient seuls étourdis et se plaignirent.

On voit que jamais P. Marchal n'avait abandonné l'étude des Insectes et l'on devine avec quel empressement il dut accepter, en 1894, le poste de chef de travaux de la station entomologique de Paris nouvellement créée et placée sous la direction de Brocchi. Cette station dépendait de l'Institut national agronomique et quand, en 1900, devint vacante la place de professeur titulaire de Zoologie de cet Établissement, P. Marchal fut candidat.

Ses travaux l'avaient déjà classé comme biologiste hors de pair. A ceux que nous avons cités étaient, en effet, venus s'ajouter, entre

autres, ceux relatifs aux Cécidomyies, et il avait déjà annoncé la découverte qui devait lui assurer une célébrité mondiale, celle de la polyembryonie spécifique chez les Hyménoptères parasites. Aussi n'eût-il affaire à aucun concurrent. Le concours sur titre comportait, néanmoins, une leçon à l'amphithéâtre. La timidité, dont il eut à souffrir toute sa vie, fut, ce jour là, à ce point paralysante que le jury dut se retirer sans faire de proposition. Mais, peu de temps après, il fut nommé et prit possession de la chaire qu'il devait illustrer pendant trente-trois ans.

A dater de cette époque, toutes ses recherches ont pour unique objet l'étude des Insectes dans leurs rapports avec l'agriculture. Dans cette direction, que commandait, pour un esprit aussi consciencieux que le sien, l'exercice de ses nouvelles fonctions, il sut faire œuvre de génie. Étudiant les parasites des végétaux, il fut conduit à l'étude de leurs propres parasites dont le comportement, les particularités de reproduction lui permirent de jeter une lumière éclatante sur les plus hauts problèmes de la Biologie générale. Nous aurons à dire comment la découverte des ennemis naturels des Cécidomyies des céréales l'amena à celle de la polyembryonie; comment, à propos du Puceron lanigère, fléau de nos Pommiers, il expliqua la parthénogenèse de toute une série d'Eriosomiens privés de leur hôte normal définitif; comment il reconnut l'importance de la nature de la plante nourricière dans la variation et la formation des espèces. Et, pour apprécier son rôle dans la *lutte biologique* dont il fut, sinon l'initiateur — qui serait peut-être Erasme-Darwin, — du moins un des plus actifs partisans, rappelons seulement l'introduction en France, par ses soins, de l'ennemi (*Opius concolor*) de la mouche des Olives, d'une Coccinelle australienne (*Novius cardinalis*) destinée à combattre une redoutable Cochenille de nos agrumes (*Icerya Purchasi*), du petit Chalcidien (*Aphelinus mali*) qui s'attaque au Puceron lanigère, et de bien d'autres auxiliaires. Au surplus, l'important mémoire sur l'*Utilisation des Insectes auxiliaires entomophages dans la lutte contre les Insectes nuisibles à l'agriculture*, qu'il publia comme conclusion pratique de

ses recherches sur l'évolution des Hyménoptères parasites et dont le succès fut si considérable dans les deux mondes, et le magnifique rapport qu'il écrivit sur *Les Sciences biologiques et appliquées à l'Agriculture et à la lutte contre les ennemis des plantes aux États-Unis* marquent exactement la place qui lui revient dans cette nouvelle croisade.

Les honneurs étaient venus, nombreux, récompenser tant de labeur fécond: Membre de l'Académie des Sciences depuis 1912, membre de l'Académie d'Agriculture et de nombreuses Sociétés et Académies étrangères, Commandeur de la Légion d'Honneur. Mais il était demeuré la modestie, la simplicité mêmes, et le chercheur passionné des premiers jours.

Quand, en 1933, survint sa mise à la retraite, P. Marchal était en plein travail. Il poursuivait ses observations sur les curieuses migrations du Puceron de l'Orme et mettait la dernière main à la rédaction de son magistral mémoire sur ces Hyménoptères entomophages, les Trichogrammes, dont il suivait l'évolution, patiemment, depuis de nombreuses années. Puis, dans son jardin d'Antony, qui lui avait si souvent servi de champ d'expérience, il entreprit de nouvelles recherches sur les Cynipides, s'efforçant d'oublier dans le travail les angoisses de l'heure présente, que rendait plus amères encore le souvenir, jamais effacé, de la mort glorieuse de son fils en Août 1914. C'est là que se manifestèrent brusquement les premières atteintes du mal qui, le 2 mars 1942, devait l'enlever à l'affection des siens et mettre en deuil le monde savant.

De l'œuvre entomologique considérable de Paul Marchal, et qui mériterait d'être commentée en totalité tant elle est partout riche d'enseignement, émergent toutefois quelques sommets qui dominent l'ensemble par l'importance biologique des problèmes traités et la portée générale des conclusions qui s'en dégagent. Telles sont ses recherches sur l'évolution de l'instinct des Hyménoptères paralyseurs et la reproduction des Guêpes sociales, sur les Cécidomyies des cé-

réales et les Hyménoptères entomophages et celles aussi sur les Pucerons.

Mais, avant d'exposer les résultats obtenus dans ces différentes directions, il nous faut dire quelques mots de ses travaux de biologie marine et spécialement de ceux concernant l'appareil excréteur des Crustacés supérieurs. C'est à décrire sa structure et à montrer son fonctionnement que P. Marchal s'attacha. La structure de ces organes excréteurs n'avait été étudiée en détail que chez l'Écrevisse qui constitue précisément un type aberrant ou, pour le moins, très particulier à ce point de vue. Il reconnut que le tube transparent contourné qu'on y avait décrit et le cordon blanc pelotonné qui lui fait suite sont remplacés chez les Décapodes marins par un organe spécial, le labyrinthe, interposé entre le saccule terminal et la vessie. Ce saccule, comparable à un glomérule géant de Malpighi, fonctionne tantôt comme une glande holocrine et tantôt comme une glande mérocrine, tandis que dans le labyrinthe la sécrétion se fait toujours par séparation de petites vésicules d'excrétion. Il fit connaître les énormes réservoirs vésicaux des Crabes et des Pagures dont les diverticules pénètrent dans toutes les régions du corps et que, malgré leur volume extraordinaire — la vessie d'un *Maia* peut contenir 18 centimètres cubes — la minceur et la transparence de leurs parois avaient dérobés à l'attention de ses dévanciers. Il les mit en évidence par un procédé original consistant à injecter à l'intérieur de l'appareil une masse de celloïdine colorée par l'asphalte. Cette masse reproduit avec une parfaite netteté le moule des cavités où elle a pénétré, en donnant une image fidèle et aussi facilement lisible qu'un simple schéma. L'énorme capacité de cette vessie a permis à P. Marchal de recueillir à l'état pur d'importantes quantités du liquide excrété et de le soumettre à l'analyse. Il s'est montré à peu près de même salure que l'eau de mer, dépourvu d'urée et d'acide urique. Les produits essentiels de désassimilation y sont représentés par une leucomaïne et par un acide organique spécial, l'acide carcinurique dont il indiqua les caractéristiques.

Toutes ces données anatomiques et physiologiques, aujourd'hui classiques, mais qui étaient à l'époque entièrement nouvelles, ne furent obtenues que par le soin méticuleux et la technique habile que P. Marchal apportait dans ses recherches. Rien ne lui échappait, témoin l'observation suivante, en apparence insignifiante, et qu'il note cependant comme s'il en eût connu, par une sorte d'intuition, la véritable portée. Examinant une Langouste mise hors de l'eau et couchée sur le dos, il vit sortir à plusieurs reprises des orifices excréteurs pairs un double jet de liquide s'élevant avec force à une hauteur de cinq centimètres environ. «Il est à remarquer, dit-il, que la Langouste précédente venait de muer; or, je n'ai jamais observé d'émission de jet d'urine chez aucune autre Langouste ni même chez aucun Macroure. Il est probable que, dans cette période, l'excrétion d'eau est plus active que dans tout autre moment». On sait, en effet, mais depuis quelques années à peine, que la quantité d'eau nécessairement absorbée par l'animal au moment de la mue est considérable, de l'ordre de 130 0/0 du poids du corps pour un *Maia*.

Ces qualités d'observateur, que l'on retrouve tout au long de son œuvre, P. Marchal les avait acquises de bonne heure dans ses promenades en pleine nature, à la recherche de l'Insecte et elles vont s'affiner, se développer, dans ce domaine de l'Entomologie qui fut réellement son domaine favori.

La rencontre des Hyménoptères paralyseurs, «la manière dont ils capturent leurs proies, dont ils les immobilisent par un coup d'aiguillon pour les donner en pâture à leurs larves qu'ils ne connaissent pas, qu'ils ne connaîtront jamais puisque la mort les surprendra avant l'éclosion de leur progéniture; cet instinct qui, par une série d'actes si bien ordonnés, assure la propagation de la race, sans que l'Insecte puisse avoir la moindre conscience du but à atteindre» furent, sans doute, un de ses premiers sujets d'émerveillement. Mais, cette admiration d'un instinct «parfait de tout temps» dans laquelle

se complaisait Fabre, qui, dans des pages célèbres, en avait décrit les manifestations comme les preuves les plus convaincantes que l'on puisse donner contre l'idée d'évolution, ne satisfait nullement notre jeune entomologiste. Le merveilleux, il le comprend comme un stimulant de la recherche, comme un problème dont il faut s'efforcer de trouver la solution; il le comprend à la façon de Buffon qui, dans son *Discours sur la nature des animaux*, écrit ces lignes dont il semble s'être inspiré à la lettre: « C'est la morale, c'est la théologie des Insectes que je ne puis entendre prêcher; ce sont les merveilles que les observateurs y mettent et sur lesquelles ensuite ils se récrient comme si elles y étaient en effet, qu'il faut examiner; c'est cette intelligence, cette prévoyance, ces connaissances, même de l'avenir qu'on leur accorde avec tant de complaisance et que cependant on doit leur refuser rigoureusement, que je vais tâcher de réduire à sa simple valeur ».

Telle est, en tout cas, la ligne de conduite, que Marchal s'est tracée. Il s'adresse à une espèce, le *Cerceris ornata*, qui chasse une petite Abeille du genre Halicte. Et il montre que le *Cerceris* ne se borne pas à frapper à coups d'aiguillon, avec une précision qu'on a d'ailleurs fortement exagérée, les centres nerveux de sa victime, ce qui aurait, en effet, pour simple résultat de la paralyser; mais que, obéissant à son propre intérêt, il en perfore la nuque de ses mandibules et se repaît du sang et du miel qui s'échappent des blessures. A bref délai l'Halicte périt et ce n'est en définitive qu'un cadavre qui est ainsi abandonné à la larve.

Ce cas relativement simple une fois éclairci, il étudie celui en apparence beaucoup plus complexe de l'Ammophile des sables et constate là aussi la même succession de manœuvres identiques. Mais les coups d'aiguillon sont plus précis et, surtout, il suffit à l'Ammophile de comprimer, sans la perforer, la région cervicale de la Chenille capturée pour faire dégorger la sève contenue dans l'estomac et dont il se régale. La victime n'est donc pas tuée, mais demeure paralysée et est ainsi laissée toute fraîche et inoffensive à la disposition des

larves du prédateur. En vérité, l'on ne voit qu'une différence de degré entre les habitudes du *Cerceris* et l'« instinct merveilleux » de l'Ammophile qui, en fait, se laisse ramener à une question d'intérêt individuel, de conservation de l'individu, c'est-à-dire aux choses les plus *naturelles* du monde.

Ces mémoires, datés respectivement de 1887 et de 1892, eurent un certain retentissement; les observations impeccables et les expériences décisives sur lesquelles s'appuyaient leurs conclusions montraient la voie qui seule pouvait conduire à une interprétation rationnelle des manifestations de l'instinct, considérées jusque là le plus souvent comme justiciable d'un finalisme stérile. P. Marchal lui-même eut l'occasion de revenir, à propos des parasites de la Galéruque de l'Orme et de certaines Cochenilles, sur l'importance de l'intérêt individuel comme facteur de l'évolution et de la spécialisation des instincts liés à la conservation de l'espèce. Il fut suivi par Samuel Doten qui fit en Amérique des observations analogues sur différentes espèces d'Hyménoptères parasites.

Les recherches que P. Marchal entreprit ensuite sur les Guêpes sociales aboutirent à des résultats de la plus haute importance sur la différenciation des sexes et des castes chez ces Hyménoptères. Les ouvrières sont, on le sait, normalement stériles et la pauvreté de la nourriture donnée aux larves est un des éléments importants — le seul croyait-on — de cette différenciation. C'est le phénomène connu sous le nom de castration alimentaire. Or, P. Marchal établit qu'en réalité la principale cause de la stérilité des jeunes femelles réside dans la fonction de nourrice qu'elles exercent vis-à-vis des larves de la colonie. Il se produit une sorte de *castration nutriciale* qui entraîne chez elles la régression des œufs. Il en donne la preuve évidente par des expériences précises en rendant notamment la fécondité à ces ouvrières par la simple suppression de la reine ou par l'arrêt de sa ponte. N'ayant plus, alors, de jeune couvain à nourrir, il les vit résorber les liquides nutritifs destinés aux larves et fai-

re retour au type primitif. Leur fécondité devient même telle que, la place leur manquant pour abriter leur ponte, on peut trouver de nombreux œufs dans une seule cellule et parfois aussi dans les interlignes qui séparent les opercules. Ces œufs, parthénogénétiques, donneront uniquement des mâles.

Ce phénomène, spécialement étudié chez les Guêpes du genre *Vespa*, se produit également chez l'Abeille domestique et fait justice de cette assertion, un peu partout répandue, que, dans une ruche orpheline, afin de remplacer la reine absente, une ouvrière serait choisie par ses compagnes, soignée et alimentée d'une façon spéciale pour déterminer sa fécondité.

S'appuyant sur ces faits solidement établis, P. Marchal expose alors par quel processus évolutif a pu arriver à se constituer une société d'Hyménoptères, telle que celle des Guêpes ou des Abeilles. Au début, la reine est seule pour assurer à la fois la ponte et la nourriture des larves issues de ses œufs. Aussi, les premières éclosions ne donnent-elles que des individus de petite taille et stériles, les ouvrières. Mais, la ponte continuant sans interruption, celles-ci augmentent de nombre et les larves, qui s'en trouvent de mieux en mieux nourries, vont donner des individus plus volumineux, faisant retour à l'état initial et devenant féconds. Tantôt, toutes les larves bénéficient indistinctement de ce surplus de nourriture, c'est le cas des Polistes, tantôt seulement, comme chez certaines Guêpes, quelques-unes d'entre elles, et il s'établira alors deux états d'équilibre: l'état d'ouvrière et l'état de reine, en même temps que se différencient deux types de cellules distincts. Cette différenciation est enfin poussée au plus haut point chez les Abeilles où une seule larve, habitant une cellule d'un troisième type, la cellule royale, reçoit une nourriture qualitativement différente. Ainsi, était mise en évidence, d'une façon lumineuse, la part extrêmement importante qui revient aux soins donnés aux larves et au régime alimentaire dans la formation des castes chez les Insectes sociaux.

Ces travaux furent achevés alors que P. Marchal était depuis quelques années à la Station entomologique de Paris. Ses débuts à ce poste avaient coïncidé avec un véritable désastre agricole survenu dans le Bocage vendéen: les champs de Blé y étaient attaqués par une larve de Diptère, la Cécidomyie destructive, qui ne s'était jusque-là que rarement signalée en France. Dans la région des Sables-d'Olonne, les Avoines étaient également contaminées et celles du Poitou très sévèrement atteintes. P. Marchal se rendit sur place et, relevant certaines différences morphologiques entre les larves évoluant d'une part sur le Blé et d'autre part sur l'Avoine, soupçonna l'existence de deux espèces distinctes. Il institua immédiatement une série d'expériences qui montrèrent, en effet, que si les femelles des deux espèces peuvent pondre à la fois sur le Blé et sur l'Avoine — bien qu'avec une préférence marquée pour l'un ou l'autre, suivant le cas — le développement des larves ne peut s'achever que sur la plante originelle. Un critérium biologique de haute valeur venait s'ajouter aux données imprécises de la morphologie pour justifier la séparation de ces deux espèces et permettait d'envisager, comme premier procédé de lutte, la pratique de cultures alternées.

Puis, l'étude du développement larvaire lui montra que, maintenue sur la plante nourricière dans des conditions d'humidité favorables, la Cécidomyie du Blé peut présenter jusqu'à six générations annuelles. Beaucoup d'éclosions se font alors à contre-temps, c'est-à-dire à un moment où la continuation du cycle évolutif ne peut plus être assurée. Mais parmi les réserves que constituent les autres générations s'échelonnant à des dates variables, il en est toujours qui arrivent à coïncider avec une époque favorable et à assurer la continuation du cycle. C'est avec raison, néanmoins, que P. Marchal cite cet Insecte en exemple des immenses hécatombes qui frappent certaines espèces. Aucun individu n'est mieux adapté qu'un autre pour résister aux obstacles qu'opposent les conditions climatiques à cette espèce qui ne se perpétue que par son extrême fécondité et la grande variabilité de son cycle biologique. Durant les périodes d'extrême

sécheresse, tous les individus cependant ne sont pas tués, mais il se produit un retard considérable dans le développement; de telle sorte que les récoltes conservées à l'abri des intempéries peuvent, au bout d'un an et même plus, héberger des larves menant une vie ralentie, mais encore susceptibles de se transformer si les conditions redeviennent favorables. La dissémination au loin du parasite s'en trouve facilitée et cela rend très vraisemblable l'opinion de ceux qui considèrent la Cécidomyie destructive comme ayant été importée avec de la paille, d'Europe en Amérique, par les troupes hessiennes pendant la guerre de Sécession, d'où le nom de Mouche de Hesse qu'on lui a donné.

Après le désastre causé dans la Vendée, en 1894, par la pullulation de cette Cécidomyie et les ravages qu'avait produits, la même année, en Poitou, la Cécidomyie de l'Avoine, on était en droit de s'attendre à une large contamination des Céréales, l'année suivante, dans les mêmes régions. Il n'en fut rien; les parasites naturels de ces deux fléaux avaient fait leur œuvre et P. Marchal eut là, pour la première fois, l'occasion de constater dans la nature combien est efficace cette *lutte biologique* qu'il ne cessera de favoriser et de préconiser.

C'est en étudiant certains de ces parasites, petits Hyménoptères appartenant aux familles des Chalcidides et des Proctotrupides, qu'il fut mis sur la voie qui devait le conduire à une de ses plus belles découvertes, celle de la polyembryonie spécifique. Il avait en effet constaté, dans le développement de ces parasites, certains faits inexplicables qui l'incitèrent à profiter d'une invasion importante, sur les Pommiers et les Fusains, des Chenilles fileuses de l'Hyponomeute pour étudier le Chalcidien qui les parasite, l'*Encyrtus fuscicollis*. De même qu'il avait trouvé, assemblées dans l'estomac de la larve de la Cécidomyie destructive de nombreuses larves du Proctotrupide *Polygnotus minutus*, on avait signalé, dans la lymphe de la Chenille d'Hyponomeute des chaînes de cinquante à cent larves d'*Encyrtus fuscicollis*, et l'on pensait que, dans ce cas, la ponte de l'Hyménoptère

avait eu lieu dans la Chenille et que chaque embryon correspondait à l'éclosion d'un œuf. S'entourant de précautions convenables, P. Marchal réussit à observer la ponte de l'*Encyrtus* et constata qu'elle se faïsait, non dans la Chenille, mais dans l'œuf du Papillon. Il constata, de plus, que la durée de la ponte était si courte, une demi-minute à deux minutes, qu'il était matériellement impossible que fut déposé dans chaque œuf de l'hôte un nombre d'œufs égal à celui des embryons composant une des chaînes dont nous avons parlé. Des coupes permirent immédiatement de vérifier qu'un seul œuf était en effet déposé dans chacun de ceux de l'Hyponomeute; il fallait donc supposer que cet œuf unique devait se dissocier en un grand nombre d'embryons. L'étude de la suite du développement montra l'exactitude de cette hypothèse et révéla toutes les phases du phénomène. La présence de cet œuf n'apporte nulle entrave au développement de la Chenille qui, ayant achevé sa diapause hivernale, gagne les rameaux du Pommier ou du Fusain et commence à se nourrir. C'est alors que l'œuf d'*Encyrtus* entre, par contre-coup, dans sa phase active et se transforme en un complexe polyembryonnaire qui s'allonge au point de constituer un véritable cordon flottant, à côté du tube digestif de la Chenille. Les cellules se multiplient, se groupent en une multitude de masses muriformes qui vont chacune donner un embryon distinct. A la fin de Juin, les larves sont constituées, rompent le kyste qui les enveloppent, tombent dans la cavité générale de la chenille et en quelques jours en dévorent l'intérieur. Puis, sous l'enveloppe tégumentaire de celle-ci, qui seule persiste, elles se transforment en nymphes qui donnent en Juillet environ une centaine de petits Hyménoptères, tous du même sexe.

Cette découverte d'un mode de reproduction dans lequel de nombreux individus proviennent d'un œuf unique par dissociation de cet œuf dès le début du développement — mode de reproduction, dont un autre Chalcidien et un Protoctrupide, celui précisément de la Cécidomyie destructive, fournirent à P. Marchal de nouveaux exemples — eut un énorme retentissement. A l'époque où elle fut connue,

on ne pouvait rapprocher des faits signalés que le cas d'un Bryozoaire du genre *Lichenopora* chez lequel S. F. Harmer avait décrit la dissociation de l'embryon primitif en un grand nombre d'embryons secondaires. Em. Yung en Suisse, Howard en Amérique commentèrent élogieusement le travail de P. Marchal tandis que Silvestri, en Italie, s'appliquait à retrouver chez d'autres Chalcidiens le phénomène signalé. A. Giard pouvait dire devant les membres de la Société entomologique assemblés: « Comme toutes les découvertes capitales, l'admirable observation de notre collègue P. Marchal sur l'évolution d'*Encyrtus fuscicollis* peut éclaircir une série de faits auparavant obscurs. »

Mais P. Marchal sut dégager lui-même les conséquences biologiques de sa découverte. Il montra la grande analogie existant entre la polyembryonie spécifique et la polyembryonie ou plutôt la blastotomie expérimentale que l'on obtient chez quelques animaux en isolant artificiellement les blastomères. Il souligna même que certains procédés expérimentaux qui conduisent à ce résultat — modification brusque de la pression osmotique, secouage — sont du même ordre que ceux dont on peut reconnaître l'action dans la polyembryonie naturelle des Hyménoptères et en particulier du *Polygnotus minutus*.

Puis, rappelant que tous les individus issus du même œuf sont du même sexe, il conclut que la détermination de celui-ci se fait dans l'œuf d'une façon très précoce, avant même le début du développement embryonnaire. Il a fourni ainsi à Cuénot des arguments pour étayer l'hypothèse, confirmée depuis, que les vrais jumeaux des Mammifères qui sont tous mâles ou tous femelles, proviennent également d'un seul œuf ayant une vésicule germinative unique.

L'étude des Hyménoptères parasites, Platygasters, Trichogrammes, devaient lui réserver encore bien des joies et bien des surprises. Chez les Platygasters, dont beaucoup subissent au cours de leur évolution une hypermétamorphose et ont une larve primaire cyclopoïde, il observa une curieuse localisation du parasite dans l'hôte. C'est

ainsi, par exemple, que l'*Inostoma piricola*, qui pond dans l'œuf de la Cécidomyie des poires, poursuit invariablement son développement dans le cerveau de la larve, sur laquelle il détermine des kystes énormes.

Quant à son mémoire sur les Trichogrammes, paru en 1936, et la dernière en date de ses publications, ce n'est pas sans émotion qu'on le relit. En y retrouvant toutes les qualités qui font si belle et si profonde son œuvre entière, on déplore le destin qui a fauché en pleine activité une intelligence aussi vive, dont on pouvait tant espérer encore.

Ces Trichogrammes sont de petits Chalcidiens qui pondent dans des œufs de Papillons et y accomplissent tout leur développement. L'espèce plus spécialement étudiée par P. Marchal (*Trichogramma cacaecia*) parasitait sur de vieux Cognassiers de son jardin d'Antony, les œufs réunis au nombre de 30 à 60 en amas lenticulaires, d'une Tortricide fort commune *Cacaecia rosana*. Se reproduisant parthénogénétiquement, elle offre la particularité d'avoir annuellement deux générations d'adultes du sexe femelle: l'une post-hivernale et à ailes courtes, l'autre estivale dont les ailes sont bien développées. Ce dimorphisme saisonnier retient d'abord l'attention de Marchal. En effet, si les individus microptères de première génération, dès leur éclosion et sans quitter la ponte dont ils sont issus, peuvent pondre à leur tour dans les œufs non encore parasités du Papillon, il n'en est plus de même pour la seconde génération, dont les femelles n'ont à leur portée, dans cette ponte épuisée, que des coques vides. Elles sont donc obligées de prendre leur vol à la recherche de nouvelles ponte de *Cacaecia* dans lesquelles elles déposeront leurs œufs. Précisément cette génération est ailée, alors que la précédente était incapable de voler! Cette conjoncture harmonieuse, que P. Marchal se refuse, bien entendu, à croire préétablie, lui suggère des expériences qui prouvent que le microptérisme des individus de première génération est simplement dû au ralentissement du métabolisme, ralentissement dont leur évolution durant la saison froide est la cause. Toutefois, le rôle des facteurs génétiques n'est point nié; seulement dit-

il: « ce qui est transmis par hérédité, ce n'est pas le caractère d'une régression alaire apparaissant dans une génération du cycle annuel, mais la propriété que présente l'organisme de répondre par un arrêt de développement de l'aile à l'action de la période froide, combinée à divers facteurs ralentisseurs de la nutrition ». L'alternance de ces deux générations est si nettement sous la dépendance des conditions saisonnières et du rythme évolutif de l'hôte que si l'on fait pondre le Trichogramme dans les œufs d'un Lépidoptère à cycle polyvoltin, comme la Piéride du Chou, on constate que le cycle du parasite, s'accélérant comme celui de l'hôte, peut comporter non plus seulement deux générations, mais jusqu'à neuf, toutes normalement ailées, sauf la dernière, post-hivernale.

P. Marchal insiste sur le fait que la possibilité de faire évoluer les représentants d'une espèce donnée, à un stade très précoce du développement, dans un milieu biologique qui diffère suivant la nature de l'hôte, est extrêmement précieuse pour faire la part de ce qui revient, dans la conduite du développement, à l'hérédité et aux facteurs externes ou internes.

En signalant ainsi l'intérêt de cette étude pour la phénogénétique, P. Marchal suivait une ligne de conduite dont il ne s'est jamais départi et qui rend si suggestive la lecture de ses travaux sur les Insectes: « analyser ou expliquer, sans idée préconçue, les phénomènes dont la connaissance est réellement utile soit pour l'histoire évolutive de l'espèce, soit pour la connaissance en elle-même d'un grand fait biologique ».

Ses recherches sur les Pucerons et en particulier sur les Chermes, obéissent aux mêmes directives, et lui fournissent l'occasion d'étudier la régression de la reproduction sexuée et l'établissement de la parthénogenèse indéfinie, la formation de races ou d'espèces physiologiques.

Les Chermes sont des Pucerons qui vivent sur les Conifères. Leur cycle s'accomplit en deux années successives et présente des migrations périodiques entre l'Epicea qui héberge la reproduction

sexuée, joue le rôle de plante nourricière et d'hôte définitif, et un autre Conifère qui n'héberge que des générations parthénogénétiques et joue le rôle d'hôte intermédiaire.

Étudiant le Chermes du Pin, P. Marchal réalise dans son jardin de Fontenay-aux-Roses, où il habitait alors, un dispositif expérimental qui lui permet de contrôler ses observations faites en pleine nature aux environs de Paris et d'assister à la migration du Puceron du Pin silvestre sur l'Epicea. Analysant le phénomène, il en tire sur la différenciation de la sexualité des conclusions importantes. La fondatrice, issue de la génération sexuée, donne par parthénogenèse une abondante descendance dont les représentants perdent peu à peu leur pouvoir de reproduction parthénogénétique jusqu'au moment où apparaissent sur le Pin des ailés de deux sortes: les uns sexupares, c'est-à-dire destinés à faire retour sur l'Epicea pour y produire des sexués, les autres restant sur le Pin où ils se reproduisent parthénogénétiquement. Si l'apparition de la sexualité chez les individus de la première catégorie se montre comme en grande partie régie par des causes internes, une condition externe est néanmoins nécessaire à sa réalisation, l'acte même de la migration: chez les sexupares maintenus captifs la maturation sexuelle ne se produit pas.

Marchal décrit en termes enthousiastes, mais précis, un de ces essaimages particulièrement nombreux auquel il lui fut donné d'assister un jour de Mai ensoleillé. L'énergie dépensée, les phénomènes physiologiques qui en sont la conséquence, l'abondante absorption de sève au moment de l'arrivée sur les jeunes pousses de l'Epicea lui apparaissent comme autant de facteurs indispensables à l'achèvement de la différenciation sexuelle de ces ailés.

Cette migration, du Pin sur l'Epicea, ne se produit que s'il s'agit de l'Epicea du Caucase (*Picea orientalis*). Notre espèce indigène, *Picea excelsa*, n'opère aucune attraction sur le Chermes et les égarés qui pourraient y aboutir ne survivent pas. Or, l'Epicea du Caucase fait défaut dans nos forêts; et là s'est formée une race de ce *Chermes pi-*

ni dont le cycle est incomplet et qui reste en permanence sur le Pin, s'y multiplie uniquement par parthénogenèse.

Cette race indigène ne se distingue pas morphologiquement de la race orientale. Mais chez les Chermes des Abiés (*Chermes piceæ* et *Nusslini*) à des différences physiologiques analogues à celles qui séparent les deux races du Chermes du Pin s'ajoutent des caractères morphologiques distinctifs qui légitiment d'autant mieux une séparation spécifique que, malgré les essais répétés de P. Marchal, les deux formes se sont toujours montrées irréductibles l'une à l'autre.

Des faits du même ordre, et au moins aussi importants pour la genèse des espèces, ont été découverts par P. Marchal sur le Puceron lanigère et d'autres Eriosomiens. Originaire d'Amérique, l'*Eriosoma lanigerum* y accomplit son cycle complet avec migration du Pommier sur l'Orme. En France, l'Orme américain manque et une nouvelle race de Pucerons est apparue qui se perpétue indéfiniment sur le Pommier par parthénogenèse. Cependant, au milieu des colonies d'aptères qui se reproduisent ainsi sur le Pommier, se voient à l'automne des ailés, quelques-uns sexupares; mais les femelles qui en sont issues ne trouvant après fécondation pour déposer leurs œufs que des arbres ou des supports impropres au développement d'une fondatrice, celui-ci infailliblement avorte.

Il est donc manifeste que, dans ce cas comme dans celui du Chermes du Pin, il s'est constitué en Europe une race biologique particulière dont la génération sexuée n'aboutit pas. Mais, dans le cas du Puceron lanigère, cette race est définitivement fixée: elle a en effet perdu le pouvoir de compléter son cycle, même en présence de l'Orme américain que P. Marchal lui a vainement offert.

Envisageant alors le processus par lequel a pu se produire la suppression progressive de la reproduction sexuée, dont le Chermes du Pin, le Puceron lanigère, les Chermes de l'Abies sont autant d'étapes, P. Marchal note que, chaque année, les ailés sexupares quittent l'hôte intermédiaire, Pin, Pommier ou Abies, suivant le cas, tandis que seuls les aptères à reproduction parthénogénétique y demeurent.

S'il apparaît parmi ces derniers des individus susceptibles d'hiverner ces aptères auront de grandes chances de former une souche qui aura les mêmes tendances évolutives qu'eux-mêmes. Alors se trouvera ouverte la voix qui conduit, chez une même espèce à la formation de deux races, puis à la formation de deux espèces, l'une évoluant sur l'hôte intermédiaire avec cycle à parthénogenèse exclusive, l'autre à cycle alternant sur deux hôtes différents. Ainsi faite la part qui revient à des facteurs internes-héréditaires, il faut ajouter que l'absence de l'hôte définitif, Epicea ou Orme, peut suffire à imposer une évolution exclusivement parthénogénétique sur l'hôte intermédiaire.

Dans quelque direction que P. Marchal ait travaillé, plus on approfondit son œuvre, plus on est frappé de sa haute portée. De tels résultats ne s'obtiennent que par le concours des plus belles qualités du Naturaliste. Observateur remarquable, c'est au cours de ses promenades à travers champs, à travers bois, qu'il trouve ses sujets d'étude. Patiemment, il se penche sur l'Insecte et le suit dans son milieu naturel, cherchant à déchiffrer les raisons de son comportement. De cette observation minutieuse, mais souvent insuffisante, naît bientôt la nécessité de l'expérience. Celle-ci, longuement pensée, mûrit peu à peu. Quelles que soient les difficultés rencontrées, P. Marchal y fait face avec une ténacité et une ingéniosité surprenantes. Le plus souvent, c'est son propre jardin, à Fontenay-aux-Roses d'abord, plus tard à Antony, qui lui sert de Laboratoire. C'est là qu'il élève les hôtes et fait des plantations qui seront nécessaires à ses élevages, qu'il construit et répartit les cages destinées à obtenir les milliers et les milliers de Pucerons dont il étudie et compare la descendance; c'est là aussi qu'il organise ses vastes dispositifs qui lui permettent d'observer les migrations de retour des Chermes sur l'Epicea oriental. Entourées de toutes les précautions indispensables, répétées aussi souvent qu'il est utile, ses expériences, admirablement conduites, entraînent la certitude. Si le moindre résultat lui

est apparu douteux, il indique comment lever le doute ou s'emploie, s'il le peut, à le lever lui-même. C'est ainsi qu'après avoir constaté l'indifférence de notre Puceron lanigère pour les Ormes américains qu'il se procure en France, il est pris de scrupule sur la portée de ses expériences et se demande s'il n'aurait pas eu affaire à des Ormes hybrides. Mais son ami et admirateur L. O. Howard, chef du Bureau d'Entomologie des États-Unis, lui expédie de jeunes *Utmus americana* de race pure; l'expérience recommencée est concluante.

P. Marchal vivait uniquement pour la recherche et quand on songe à l'étendue de son œuvre (1), à la difficulté des problèmes auxquels il s'est attaqué, à la précision qu'il a mise à les résoudre, on conçoit mieux l'air distrait, absent, qu'il avait souvent dans la vie courante. En réalité, ce «rêveur» ne paraissait tel que parce qu'il pensait fortement et qu'une timidité native l'avait habitué à cultiver cette vie intérieure. P. Marchal, qui cependant vous accueillait volontier d'un sourire, était un solitaire. Ne s'est-il pas dépeint lui-même quand il parle de «l'heureux contemplatif qui, s'isolant aux champs ou dans les bois, se passionne pour l'observation de plein air»? Il ne se livrait guère que dans ses écrits, où l'on retrouve, bien que parfois encore voilées, les traces de l'enthousiasme avec lequel, toute sa vie, il marcha dans la voie de la vérité.

(1) On trouvera la liste complète des publications de P. Marchal dans l'article que lui a consacré P. Vayssière: *Ann. Soc. Ent. France*, 1942, vol. 111, p. 149.

COMMÉMORATION

DU DEUX-CENT-VINGTIÈME ANNIVERSAIRE DE LA FONDATION

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE L'UNION DES RÉPUBLIQUES SOVIÉTIQUES SOCIALISTES,

A MOSCOU,

le dimanche 17 juin 1945.

DISCOURS DE M. MAURICE CAULLERY,

Président de l'Académie des Sciences.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,
MESSIEURS LES ACADÉMICIENS ET CHERS CONFRÈRES,

C'est pour moi un grand honneur, en même temps qu'un très vif plaisir, de prendre en ce moment la parole au nom de la délégation française et d'exprimer à l'Académie des Sciences nos remercîments aussi sincères que cordiaux pour l'aimable invitation que vous nous avez adressée. Je le fais pour chacun de nous individuellement et aussi pour les quatre Institutions qui sont représentées à cette cérémonie et dont les adresses vous seront remises: l'Académie des Sciences de l'Institut de France, l'Université de Paris, l'École polytechnique et l'Institut Pasteur, de Paris.

Nous nous réunissons tous pour apporter notre hommage au glorieux passé de l'Académie des Sciences, pour la féliciter de l'activité si féconde qu'elle a déployée dans toute la période récente de son histoire, depuis la Révolution d'Octobre, et lui exprimer notre certitude que son rôle sera aussi brillant dans l'avenir qui se prépare.

Nous n'avions pas besoin d'ailleurs de venir ici pour avoir conscience de l'effort vraiment prodigieux qui a été accompli par votre Peuple et par votre Gouvernement. Les événements de la terrible guerre qui vient de s'achever ont permis de le mesurer dans tous les domaines. Depuis juin 1941, dans la détresse où nous étions nous-mêmes plongés, nous suivions les événements militaires du front de l'Est avec anxiété d'abord, puis, depuis la glorieuse défense de Stalingrad, avec espoir et admiration. C'était non seulement la victoire de la Russie qui s'accomplissait, mais la libération de l'Europe tout entière qui se préparait.

Dans ces événements décisifs, à côté de l'héroïsme de vos armées et de votre peuple, — qui a été si impressionnant à Stalingrad, à Léningrad et sur tous les champs de bataille, — la Science jouait un rôle capital, car c'est elle qui fournissait aux combattants les moyens de résister, d'attaquer et de vaincre. Or, l'Académie des Sciences a eu sa large part dans la réalisation des outils de la victoire.

Pour nous Français, cette lutte de quatre années a été une période de cruelles souffrances, matérielles et morales, où cependant nous avons eu la consolation que notre pays, grâce au Général de Gaulle et à tous ceux qui l'ont suivi, n'a jamais cessé de participer à la lutte. Sur votre sol, ou plutôt dans votre ciel, l'escadrille Normandie-Niémen a été notre messagère et nous en éprouvons de la fierté.

Aujourd'hui, cette horrible période entre dans le passé. La France a recouvré sa liberté. Elle reprend son activité dans tous les domaines, et, en particulier, dans celui de la Science. Laissez-moi remercier l'Académie des Sciences de nous avoir fourni la première occasion de participer à nouveau à la vie internationale dans le domaine de l'esprit. C'est pour nous une joie profonde de nous sentir ici au con-

tact de nos collègues et amis russes et, grâce à eux, à celui des savants des principales nations du globe, en particulier de ceux d'Angleterre et d'Amérique. C'est pour nous une véritable résurrection, qui nous a déjà permis, en quelques brèves journées, d'apprendre maintes choses que la Science vient de réaliser, en particulier chez vous.

Laissez-moi aussi vous assurer de notre gratitude, vous dire combien la cordialité de votre accueil nous va au cœur. On parle tous de la chaleur communicative des banquets. A celui d'hier soir, c'était pour nous une joie inestimable et sans mélange de sentir la profondeur de l'amitié qui nous était témoignée.

Les journées que nous avons déjà vécues depuis que l'avion nous a déposés sur votre sol nous ont suffi, s'il en était besoin, pour constater l'importance immense de l'œuvre qui a été réalisée ici et pour mesurer le dynamisme incomparable de votre peuple et de vos institutions présentes. Ceux d'entre nous qui avaient eu déjà l'occasion de venir à Moscou avant la guerre, disent à ceux qui, comme moi, s'y trouvent pour la première fois, l'ampleur des transformations qu'ils constatent aujourd'hui, depuis leurs récents séjours.

Mais, laissant là le passé et même le présent, — qui n'est qu'un infiniment petit dans le temps, — tournons les yeux vers l'avenir. Il nous apparaît, pour votre pays, plein de promesses à la fois les plus vastes et les plus assurées. Maintenant que la guerre est terminée et, avec elle, la phase des destructions et des deuils, vous allez certainement, grâce à l'énorme effort déjà accompli et qui commence seulement à porter ses fruits, obtenir de nouveaux succès rapides et spectaculaires.

Tout, dans votre société, donne l'impression de la jeunesse, c'est-à-dire de la période de la vie qui ose, qui entreprend et qui réalise.

L'Académie des Sciences, si elle porte sur ses robustes épaules déjà deux-cent-vingt années glorieuses, a cependant une constitution qui lui assure la permanence de la jeunesse. Car sa caractéristique essentielle est d'être, avant tout, un faisceau cohérent et solide de nombreux et puissants instituts de recherche, peuplés d'une foule de

travailleurs, qui, sous la direction avertie de leurs aînés et de maîtres ayant eux-mêmes accompli de grandes œuvres, fouillent tout le champ de la science théorique, en même temps qu'ils s'attaquent aux problèmes d'ordre pratique et qu'ils assurent ainsi la mise en valeur rapide des immenses ressources de votre immense pays. Ainsi, dans l'avenir qui se prépare, l'Académie des Sciences est appelée certainement à jouer un rôle de plus en plus éminent. Nous lui adressons donc, avec toute notre gratitude pour son présent et cordial accueil, nos vœux les plus sincères, les plus confiants et les plus chaleureux pour les années qui viennent, en attendant qu'elle convie nos successeurs à une nouvelle commémoration, telle que celle que nous célébrons aujourd'hui.

FUNÉRAILLES

DE

GEORGES CHARPY

Membre de la Section des applications de la science à l'industrie,

à PARIS,

le jeudi 29 novembre 1945.

DISCOURS

DE

M. ALBERT PORTEVIN

Membre de l'Académie des Sciences.

MADAME,
MESDAMES,
MESSIEURS,

Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, apporter l'hommage de notre Compagnie à notre Confrère Georges Charpy que la mort vient de nous ravir, après une longue vie remarquablement remplie et féconde: vie remplie par les multiples aspects de son activité à la

fois scientifique, technique et professorale, vie féconde de son vivant par le labeur et le travail constructif réalisés et féconde au delà de la mort par l'exemple qu'il nous laisse et les voies qu'il a ouvertes par introduction de l'esprit scientifique dans l'industrie.

Né en 1865 à Oullins, fils d'un capitaine de vaisseau et petit-fils de polytechnicien, il fut reçu à l'École Navale et entra à l'École Polytechnique où, attiré par l'enseignement, il fut, dès sa sortie, préparateur de Chimie générale. Docteur ès-sciences en 1892, il devenait Ingénieur du Laboratoire central de la Marine, qu'il quittait en 1898 pour entrer à la Compagnie de Chatillon-Commentry où il fut Ingénieur Principal, Directeur des Établissements du Centre, puis Sous-Directeur Technique de la Compagnie.

En 1919, il devenait Sous-Directeur général de la Compagnie des Aciéries de la Marine.

Correspondant de l'Académie des Sciences en 1913, il en devenait Membre en 1918.

Dès sa création, la Société française de Métallurgie le nommait Président d'honneur.

Professeur de Métallurgie à l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris en 1920, il était nommé en 1922, Professeur de Chimie à l'École Polytechnique où il professa jusqu'en 1936.

Ainsi son activité avait revêtu 3 aspects d'ailleurs liés entre eux: celui du savant, celui du technicien organisateur, celui du professeur.

Comme savant il fut l'un des premiers à s'engager en France dans cette voie de l'étude scientifique des métaux et alliages longtemps délaissée, sans doute parce que sortant des chemins alors classiques de la chimie minérale, et qui devait prendre ensuite un si magnifique développement.

Parmi les questions diverses qu'il a ainsi abordées, je me bornerai à en citer quatre particulièrement importantes:

1° — Dans ses travaux sur la trempe de l'acier, il signale pour la première fois une corrélation étroite entre la température de trempe et celle de transformation tout en montrant en même temps que les

propriétés mécaniques finales de l'acier étaient fonction de cette température de trempe.

2° — Il rattacha également les principales propriétés des alliages cuivre-zinc ou laiton à leur constitution et ainsi qu'à leur structure en montrant l'influence de l'écrouissage par déformation et du réchauffage ou recuit sur cette structure.

3° — Ses études sur les alliages ont fait connaître la structure particulière, semblable à celle des cryohydrates des alliages dits eutectiques, en même temps qu'il traçait la première surface de solidification des alliages ternaires plomb-étain-bismuth, diagramme devenu classique comme point de départ des études d'alliage anti-friction.

4° — Enfin, il faut mentionner ses études sur la graphitisation des fontes par lesquelles il confirmait que le graphite était une forme stable dont il traçait les courbes de solubilité, ce qui expliquait et coordonnait toute une série de phénomènes d'importance fondamentale pour ces produits.

Et, sans parler de ses travaux sur la cémentation, la dilatation des aciers, les gaz dans les métaux, le graphite dans les fontes, etc. . .

Beaucoup de ces données et notions sont maintenant devenues classiques et familières en métallurgie.

Dans tous ces travaux de laboratoire, si l'étude scientifique vise à dégager les lois des phénomènes, le choix des sujets et le but poursuivi montrent que c'est en vue des applications que ces études ont été abordées.

En fait son poste au laboratoire de la Marine l'avait mis en contact avec les problèmes soulevés par l'utilisation des matériaux métalliques et ainsi orienté son activité scientifique.

Homme d'action, nature de chef, Georges Charpy devait nécessairement évoluer vers un champ d'activité plus vaste, plus proche de la réalisation; il devait passer du laboratoire à l'usine, de la Direction des recherches au commandement dans l'industrie.

A l'heure actuelle, on se rend compte jusqu'à l'évidence de l'influence fondamentale de la science sur l'évolution de l'industrie et même du monde.

Si l'on admire, certes avec raison, les applications de grande envergure qui nous viennent en ce moment de pays alliés, il ne faut pas oublier que, dans cette voie, c'est la France qui en a donné les premiers exemples; exemples dûs, comme toujours en notre Pays, à des initiatives individuelles sans espérer à ce moment d'encouragement de l'État ou de l'Administration, à qui ces idées étaient complètement étrangères, ni même, il faut le dire, des savants qui, à part quelques exceptions, considéraient alors les applications de la science comme une activité d'ordre inférieur.

Ici, Georges Charpy fut, on peut le dire, le premier et l'un des plus représentatifs de ces pionniers, montrant, non pas verbalement, mais par des réalisations effectives sur le plan industriel, comment les principes et l'esprit scientifiques, jusqu'alors confinés dans les Laboratoires, devaient pénétrer dans l'industrie et devenir la base de l'organisation du travail et du contrôle.

Il commence par l'organisation rationnelle du laboratoire de contrôle, puis, successivement, de tous les ateliers d'une grande usine métallurgique, laminoirs, aciérie, haut-fourneau, pour arriver au bureau central de signalisation, cerveau coordonnant toutes les opérations et leur interdépendance, véritable chef d'un orchestre harmonisant les exécutants dont Taylor ne considérait que les partitions. C'est ce qu'il a appelé l'organisation du travail par commandement continu et dont il a fait un exposé magistral à la Société des Ingénieurs Civils de France en 1928.

Cette introduction de la critique scientifique dans l'examen des opérations et matériaux industriels, devait nécessairement le conduire à étudier le problème des contrôles des matériaux métalliques des cahiers des charges, qui en sont l'expression industrielle.

Il contribua puissamment à l'introduction de l'essai de résilience par lequel on s'efforce de qualifier la fragilité des aciers et qui s'imposa à lui par les fabrications qu'il dirigeait, notamment celle des plaques de blindages, et il combattit sans cesse pour la réforme des contrôles des conditions de réception en vue de n'adopter que des méthodes rationnelles, efficaces et précises.

A ce sujet, il excellait à démasquer, en des traits mordants, des réflexions incisives, les erreurs et conséquences néfastes de ces règlements et contrôles mal étudiés derrière lesquels s'abritent l'insuffisance de ceux qui les édictent et l'irresponsabilité de ceux qui les appliquent.

Il condensa d'ailleurs ses idées à cet égard dans un ouvrage « *Conditions et essais de réception des métaux* » préfacé par Henry Le Chatelier.

Georges Charpy apparaissait ainsi comme une des plus complètes personnalités scientifiques industrielles; aussi, lorsqu'en 1918 fut créée à l'Académie des Sciences la Division des Applications de la Science à l'Industrie, fut-il appelé l'un des tout premiers, et l'année même de sa création, à siéger comme Membre de cette division, dont il était maintenant devenu le doyen.

Cette élection, qui consacrait l'œuvre scientifique et l'œuvre technique, couronnait en même temps le Professeur, orientation première de sa pensée et but initial de ses désirs.

L'enseignement véritablement digne de ce nom n'est pas tant une carrière qu'une vocation qui s'éveille dès la jeunesse, manifestant le besoin de répandre autour de soi la clarté, d'apporter aux autres ce qu'on a conçu ou compris.

Dès sa sortie de Polytechnique, il est préparateur du Cours de Chimie et en même temps Professeur à l'École Monge.

Ses qualités pédagogiques se manifestent dès 1892 par la publication, en collaboration avec Henri Gauthier, d'un traité de chimie de conception entièrement nouvelle, introduisant aussi bien les principes essentiels de la mécanique chimique que la notation atomique et qui eut une vogue exceptionnelle ayant connu de nombreuses éditions et une influence considérable. Pendant longtemps ce traité demeura classique pour ne pas dire unique.

Professeur de métallurgie à l'École Supérieure des Mines en 1920, il devient Professeur de Chimie à cette École Polytechnique vers laquelle convergeaient ses désirs puisqu'il s'était présenté déjà à plusieurs reprises depuis 1896 pour faire partie de son Corps Enseignant.

Je me souviens, le rencontrant à ce moment-là dans ce quartier qu'il aimait tant, avec quelle juvénile ardeur il m'annonçait qu'il allait reprendre l'étude de la chimie organique, l'enseignement de l'École Polytechnique comportant toute la chimie.

Encore tout dernièrement, il venait de corriger les épreuves d'un volume « *Notions élémentaires de Sidérurgie* » où se trouvaient condensées, pour l'instruction de tous, les réflexions et enseignements de sa longue carrière de métallurgiste.

On voyait bien d'ailleurs que toutes les questions d'enseignement, comme aussi toutes les questions touchant à la métallurgie et le contrôle, ne cessaient de le passionner et c'était un véritable plaisir d'en discuter avec lui car, complètement éloigné de toute morgue et de toute allure doctrinale, sa conversation familière, nuancée souvent d'ironie, enveloppée d'humour, émaillée d'anecdotes pittoresques, était toujours savoureuse et instructive. Il disparaît brusquement, sans que nous ayons pu saisir le moindre affaiblissement dans ses facultés intellectuelles, dans ses qualités et dans l'attrait de ses relations.

Veuillez croire, Madame, et vous qui l'entourez et l'avez connu et aimé, à toute la part profonde que nous prenons respectueusement à votre affliction; de même que cette œuvre, que je viens de rappeler à grands traits, demeurera féconde et durable, de même, soyez-en assurés, son souvenir, dont j'ai essayé d'évoquer quelques aspects, demeurera pieusement dans notre pensée.

FUNÉRAILLES

DE

CHARLES FABRY

Membre de la Section de Physique générale,

à PARIS

le vendredi 14 décembre 1945.

DISCOURS

DE

M. ARMAND DE GRAMONT

Membre de l'Académie des sciences.

C'est avec une profonde émotion que je prends la parole au nom des confrères et des disciples de Charles Fabry pour lui adresser un suprême adieu.

Au cours des trente dernières années, j'ai été témoin de son labeur constant, ce labeur qui a fait éclore des promotions de physiciens, d'ingénieurs, grâce auxquels l'Optique française a pu atteindre un niveau inégalé. Car Fabry, qui fut un grand chercheur, était aussi un chef d'école: « Toute mon existence, a-t-il dit, a été consacrée

à la Science et à l'Enseignement... je ne conçois pas que l'on puisse séparer les deux choses ».

Sa récompense, il l'a trouvée dans l'affection de tous ses élèves: ceux qui ont continué au cours de leur carrière les travaux du maître et qui ont fait école à leur tour; les étudiants de la Faculté de Marseille et de la Sorbonne, actuellement professeurs dans les lycées de Paris ou de Province; les ingénieurs, anciens polytechniciens, que charmait la clarté de ses leçons. Parmi ceux qui ont eu le bonheur de l'avoir pour guide, les uns se sont attachés à l'astrophysique, d'autres aux applications de l'optique dans tous les domaines, d'autres enfin à la technique instrumentale. Des problèmes les plus ardus, il savait dégager les lignes essentielles, en sorte que sa parole pouvait être entendue par un vaste auditoire, et ses écrits ont souvent touché le public bien au delà des physiciens qui, eux, suivaient de près ses travaux.

Charles Fabry a été élevé dans une famille pénétrée de traditions scientifiques; son grand-père était en 1815 élève d'Ampère à l'École Polytechnique; ses frères aînés, qui devaient tous deux être correspondants de l'Académie des Sciences, développèrent de bonne heure chez lui le goût de l'Astronomie: à 11 ans il se servait déjà d'une table de logarithmes. Il entre à l'École Polytechnique à 18 ans; il est agrégé de physique en 1889, docteur es-sciences en 1892. Après avoir professé au Lycée Saint-Louis, il retourne à Marseille où il est né; ses cours à la Faculté des Sciences attirent déjà de nombreux auditeurs. En 1921 il est professeur de physique à la Sorbonne et bientôt à l'École Polytechnique; sa venue à Paris lui permet d'accepter le poste de Directeur à l'Institut d'Optique récemment fondé; il y est resté attaché jusqu'à son dernier souffle: «l'Institut d'Optique, a-t-il dit, lors de son Jubilé en 1937, a été ma dernière grande passion...»

Tout au long de cette carrière si remplie, Fabry n'a jamais interrompu son travail de chercheur. C'est d'abord à Marseille en compagnie de son fidèle ami Henri Buisson, qu'il va faire du petit Laboratoire de la Faculté des Sciences l'un des Centres les plus actifs de

l'Optique moderne. C'est là qu'à la fin du siècle dernier il transforme la technique de l'analyse interférentielle: les interférences lumineuses, il les a aimées comme un artiste chérit l'œuvre qu'il a créée; et, en fait, par les lames semi-argentées, n'a-t-il pas fait naître une forme nouvelle des jeux de l'ombre et de la lumière? Pourvu de cet outil fécond, il l'a appliqué à maints problèmes, de l'infiniment petit à l'infiniment grand, depuis l'analyse de phénomènes à l'échelle des longueurs d'onde, jusqu'à l'étude de la constitution ou de la température des étoiles: c'est ainsi qu'il sut peser les atomes dans la nébuleuse d'Orion. Plus récemment, il dosait dans l'atmosphère les traces d'ozone qui rendent la vie possible à la surface de la terre.

Il a été enfin le promoteur en France de la photométrie photographique, qui, en fait, est son œuvre ou celle de son école.

Les solutions qu'il apportait aux problèmes les plus divers l'ont appelé à la tête de nombreux groupements: il fut Président entre autres, des Sociétés de Physique, d'Astronomie, de Météorologie, de Photographie, des Électriciens et du Comité de l'Éclairage. Il sut, en toutes circonstances, diriger clairement les débats, se faire aimer, puis regretter.

L'œuvre de Fabry eut dans le monde entier un immense retentissement; c'est ainsi qu'il reçut la médaille Rumford, la médaille Draper, la médaille Franklin. Il était membre de la « Royal Society » de Londres.

De l'estime qu'avaient pour lui les savants du Nouveau Monde, j'eus la preuve en 1917, au cours d'une visite faite aux Laboratoires des États-Unis, dans le but de mettre nos alliés au courant des recherches entreprises en France pendant la première guerre mondiale. L'accueil réservé à Fabry était éloquent; les plus grands physiciens, les astronomes, les techniciens, tous admiraient ses travaux et nous ouvraient largement les portes de leurs Laboratoires: ils reconnaissaient en lui l'Ambassadeur de la science française.

Et sa fin fut édifiante: il savait, depuis de longs mois, que son mal

était sans remède, mais il continuait à diriger les jeunes savants qui trouvaient toujours auprès de lui un accueil encourageant : il y a peu de semaines, il exposait encore leurs travaux aux séances de l'Académie.

Les soins dont il a été entouré au cours de sa longue maladie en ont adouci la souffrance. Il a pu ainsi, jusqu'à la fin, servir son pays dans une atmosphère de tendresse et de bonté.

FUNÉRAILLES

DE

GEORGES PERRIER

Membre de la Section de Géographie et Navigation

à PARIS,

le mercredi 20 février 1946.

DISCOURS

DE

M. GEORGES DURAND-VIEL

Membre de l'Académie des sciences.

MESDAMES,

MESDEMOISELLES,

MON CHER GÉNÉRAL,

MESSIEURS,

On vient de nous rappeler les mérites de l'Officier de valeur exceptionnelle que fut le Général Perrier, du Commandant de Régiment de la Guerre de 1914 dont la Croix s'ornait de six palmes et étoiles, de l'officier géodésien qui avait participé à de savants et

durs travaux en France, en Algérie, en Tunisie, en Amérique du Sud, au Maroc, en Albanie et en Syrie, du Chef de très importants services et du Professeur à l'École Polytechnique.

Prenant la parole au nom de l'Académie des Sciences à laquelle le Général Perrier appartenait depuis 20 ans et au nom du Bureau des Longitudes, je voudrais à mon tour participer à l'hommage que nous rendons ici par notre présence à sa mémoire, en évoquant en quelques mots les traits essentiels de l'Homme, de l'Homme tout court, que fut le Général Perrier. Après, j'ajouterai quelques aperçus sur son rôle incomparable d'organisateur scientifique.

En recherchant les traits essentiels de son caractère, je vois avant tout la droiture et l'énergie; une droiture qui ne transige pas et dont nous avons eu un bel exemple à l'Académie des Sciences dont le Général Perrier était le Président en exercice au cours de la douloureuse année 1940; une énergie qui ne faiblit ni devant le danger ni devant la fatigue, ni même devant la maladie: nous l'avons bien vu en ces dernières années. La mort seule a pu mettre fin à son labeur incessant.

Ces qualités, jointes à une intelligence de premier ordre et à une extraordinaire résistance physique, pourraient déjà expliquer les succès considérables remportés par le Général au cours de sa longue carrière. Mais elles ne suffiraient pas à dépeindre le caractère de l'Homme. Sous des dehors qui auraient pu, au premier abord, paraître un peu sévères, il était doué d'une sensibilité profonde; ceux qui l'approchaient ne tardaient pas à la discerner. Et la sensibilité n'est-elle pas la forme la plus affinée de l'intelligence?

Grâce à ces fortes qualités, Georges Perrier avait su créer autour de lui un réseau de solides amitiés, non seulement chez les hommes de sa génération, à l'étranger comme en France, mais également chez la majorité des jeunes qui avaient eu le privilège de travailler en équipe avec lui. La fidélité dont il fit toujours preuve envers ses amis lui attira de ferventes réciprocités. J'en donnerai comme preu-

ves les témoignages que j'ai recueillis auprès de ses compagnons de travail et l'hommage émouvant rendu tout à l'heure à leur ancien Colonel par les combattants du 53me Régiment d'Artillerie, alors que vingt-sept années se sont écoulées depuis la fin de la première guerre mondiale. On peut s'incliner avec émotion devant le Chef qui a été trouvé digne par ses anciens subordonnés d'un pareil attachement.

De même qu'il se portait au devant du danger, le Général Perrier s'acharnait au travail. Dans toutes les Assemblées savantes auxquelles il prit part, on le vit laisser à d'autres des Présidences honorifiques auxquelles il aurait pu justement prétendre pour se charger des Secrétariats actifs. Et, si au cours de ces dernières années, il accepta certaines fonctions de Présidence, ce fut pour continuer à s'occuper lui-même des besognes astreignantes. Il en fut ainsi en particulier pour le Comité National Français de Géodésie et de Géophysique qui trouva en lui, jusqu'à ces dernières semaines, un animateur infatigable. S'il prit, il y a quelques années, la Présidence de la Société de Géographie, ce fût pour s'y donner de toute son âme et diriger personnellement, avec le succès que l'on sait, une difficile réorganisation.

Son œuvre scientifique maîtresse reste l'Association Internationale de Géodésie, rattachée à l'Union Géodésique et Géophysique Internationale. Il en fut le Secrétaire Général depuis sa fondation en 1922 et lui consacra le meilleur de lui-même jusqu'à son dernier souffle. C'est dans les Assemblées générales triennales de cette Association qu'il donna la pleine mesure de sa valeur. Par la sûreté et l'étendue de son érudition, par la clarté parfaite de ses exposés, il sut donner aux thèses françaises une force particulière et contribuer pour une très large part à leur adoption. Il s'est imposé en toutes circonstances comme un représentant parfaitement qualifié de la Géodésie française. Cela valait d'être mis en lumière.

Tout le caractère du Général Perrier se retrouve finalement dans les dernières paroles qu'il devait prononcer sur son lit de mort lors-

que, entouré de ses enfants, il s'aperçut que l'heure était venue pour lui d'aller retrouver ses fils dont la disparition prématurée l'avait tant affecté: « Mon Travail, tout mon Travail... » a-t-il dit à deux reprises, éprouvant jusqu'au bout le regret de n'avoir pu mener aussi loin qu'il l'aurait voulu la tâche qu'il s'était fixée.

Devant un tel exemple, je n'hésite pas à affirmer que nous pouvons et devons saluer bien bas la mémoire de l'excellent Confrère que nous venons de perdre.

Puissent la sympathie et l'hommage des nombreux assistants, dont j'ai l'honneur d'être l'interprète, apporter un adoucissement à la douleur de sa famille.

FUNÉRAILLES

DE

LÉON GUILLET

Membre de la Section des applications de la science à l'industrie,

à PARIS,

le lundi 13 mai 1946.

DISCOURS

DE

M. PIERRE CHEVENARD

Membre de l'Académie des Sciences.

MADAME,

MESSIEURS,

La mort quasi subite de Léon Guillet, dont l'âge avait respecté la vigueur physique et intellectuelle, a frappé d'une stupeur douloureuse ses confrères, ses camarades, ses élèves, ses amis. Elle interrompt une carrière exceptionnellement active, riche en résultats et qui semblait encore pleine de promesses. Appelé selon la règle de

l'âge à parler au nom de l'Académie des Sciences, qui l'avait accueilli, en 1925, dans la Section des applications de la science à l'industrie, je désire m'associer à l'hommage rendu à sa mémoire en évoquant, de manière brève, le savant, le professeur et l'animateur.

I. — Peu après sa sortie de l'École centrale, en 1897, Léon Guillet est appelé à diriger le laboratoire des usines de Dion. Ses chefs se préoccupent de vivifier la jeune industrie automobile par l'emploi des aciers et des alliages spéciaux, alors en plein développement. Ils l'invitent — largeur de vue exceptionnelle à l'époque — à mener de front son travail à l'usine et des recherches scientifiques. C'est ainsi qu'en préparant une thèse de doctorat, il découvre des combinaisons définies formées par l'aluminium avec divers métaux, et dont quelques-unes ont la singulière propriété de tomber spontanément en poussière.

Puis, un incident de fabrication, qu'il aimait à rappeler, le conduit à classer les aciers spéciaux d'après leur structure. Il commence par les aciers au nickel, et c'est une des fiertés de la Société à laquelle j'appartiens de lui avoir procuré, en même temps qu'à Ch.-Ed. Guillaume, ses premiers matériaux d'étude. Ses recherches s'étendent à d'autres aciers spéciaux et il en traduit les résultats par ses diagrammes bien connus: les « diagrammes de Guillet » constituent son œuvre de prédilection, celle qui a le plus contribué à sa notoriété. Après les aciers, les alliages de cuivre retiennent son attention, notamment les bronzes d'aluminium résistant à l'usure. Il entreprend l'étude systématique des bronzes d'étain et des laitons additionnés d'un troisième élément, se préoccupe de caractériser quantitativement l'influence de cette addition sur la structure et les propriétés et il y parvient par son coefficient d'équivalence, notion étendue par la suite à d'autres alliages. Il s'attaque également à la cémentation. Puis il se consacre aux traitements thermiques, soit dans l'ordre pratique quand il organise la trempe des projectiles durant la guerre 1914-18, soit dans l'ordre théorique quand il s'efforce de généraliser aux alliages de cuivre et aux alliages légers les conclusions fournies par les recherches sur la trempe des

aciers. En montrant avec M. Portevin que l'adoucissement d'un acier trempé, par revenu au-dessous de 400°, obéit aux mêmes lois, en fonction de la température et de la durée, que la coloration par oxydation superficielle, il se révèle précurseur des recherches actuelles sur les réactions d'instabilité.

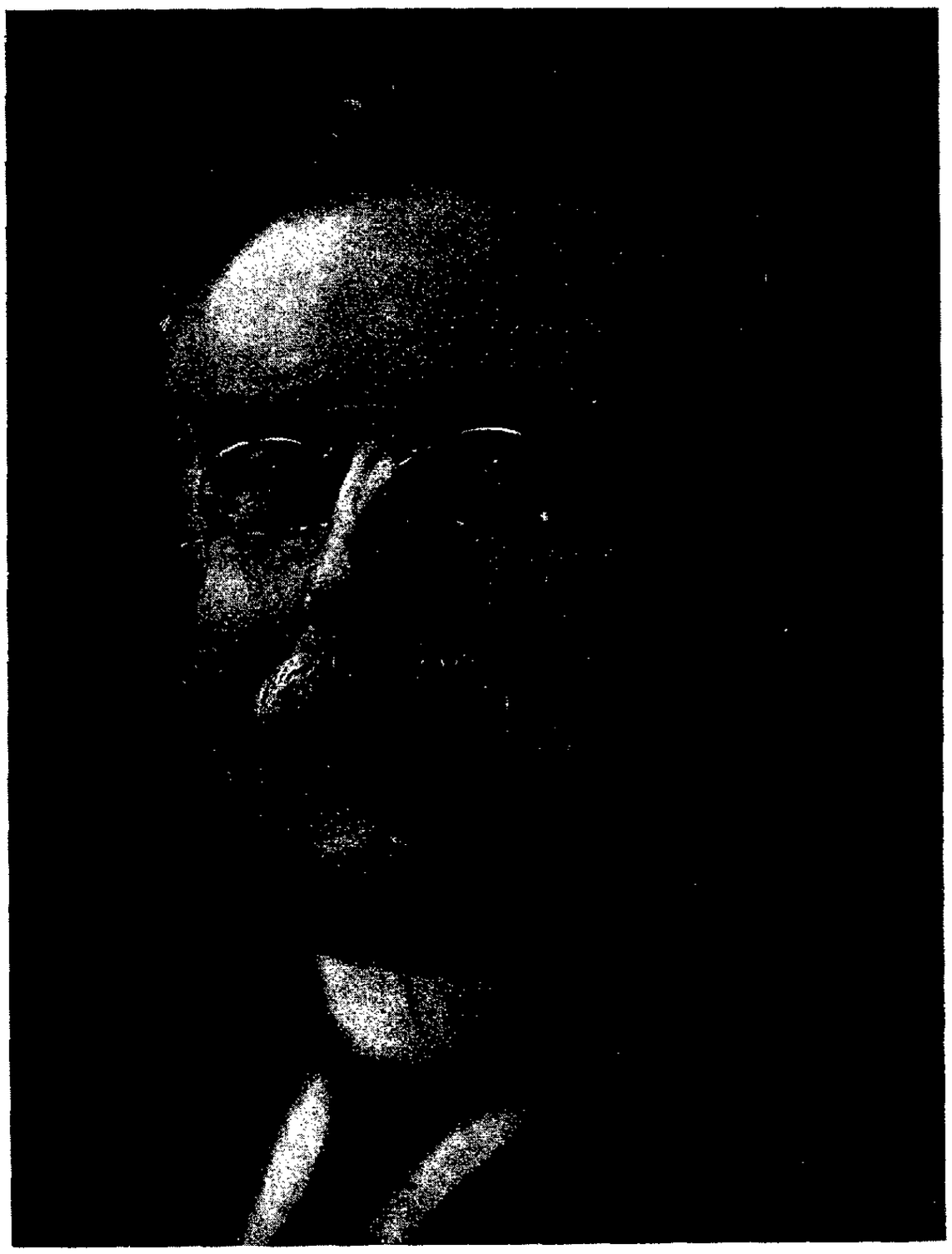
II. — Car Léon Guillet fut surtout un pionnier, ouvrant de larges avenues dans les champs neufs de la métallographie et laissant à d'autres le soin de les explorer en détail. Il a fait chercher plus encore qu'il n'a cherché lui-même. Comme l'éminent et regretté Ch. Fabry, il eût pu dire qu'il ne concevait pas la recherche sans l'enseignement. Comment celui qui trouve résisterait-il à l'envie de faire partager sa joie de connaître? Comment celui qui réalise n'éprouverait-il pas le besoin de se multiplier en animant des collaborateurs? Léon Guillet fut un professeur né. Il enseigna d'abord au Conservatoire national des Arts et Métiers, puis à l'École centrale des Arts et Manufactures. Orateur puissant, à la parole claire et convaincante, il domine les auditoires jeunes, volontiers turbulents, les captive, les entraîne. Ses élèves sont destinés à occuper les postes les plus variés de l'industrie: praticiens, ingénieurs, chercheurs de laboratoire, administrateurs; à tous, il inculquera la conviction que l'imprégnation scientifique dans l'industrie est la condition de ses progrès techniques. C'est probablement parce qu'il mesurait les résultats de cet apostolat que H. Le Chatelier a pu écrire: « En créant la Section des applications de la science à l'industrie, le but de l'Académie a été d'orienter la collaboration de la science et de l'industrie: aucun des candidats à cette Section n'a aussi complètement répondu à ce but que M. Guillet. »

III. — Les élèves qui se pressaient aux amphithéâtres du Conservatoire et de l'École centrale n'ont pas seuls bénéficié de son enseignement. Doué d'une rare puissance de travail, « écrivain vigoureux et abondant » a pu écrire son ami Sauveur, il a travaillé puissamment à la diffusion de la métallurgie scientifique par ses importants traités, par ses nombreux mémoires, par la *Revue de Métallurgie* surtout.

Il savait susciter les vocations, organiser le travail en équipe. Osmond et Le Chatelier, pionniers de la métallographie française, ont été des travailleurs individuels. Le laboratoire des usines de Dion, groupant une vingtaine de personnes, est peut-être le premier exemple, en France, d'un laboratoire conçu selon les méthodes de la division du travail familière aux industriels. Et une semblable conception se retrouve dans l'organisation des laboratoires de la Bonneville, d'Allevard, de Denain, des usines Citroën, etc.. Inimitable dans l'organisation des congrès, des semaines et des journées scientifiques, il a su faire connaître les découvertes métallurgiques faites dans notre Pays. Il a été ainsi un bon ambassadeur de la pensée française.

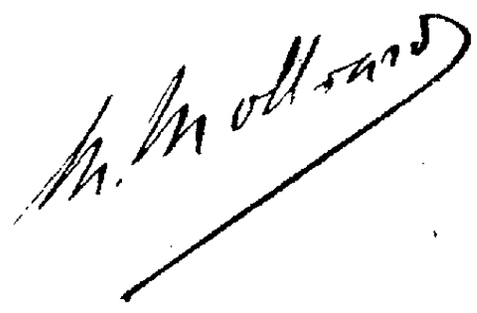
IV. — Mais le chercheur, l'érudit, le professeur, l'apôtre infatigable de l'imprégnation scientifique de l'industrie, ce n'est pas tout Léon Guillet. Il conviendrait aussi d'évoquer l'Homme, le Francais, le Chrétien, car, chez lui, le besoin de se dévouer était aussi impérieux que le désir de connaître et la passion d'enseigner. Le privilège en appartient à une voix plus qualifiée et plus éloquente. Qu'il me soit cependant permis de dire quel prix j'attachais à son amitié. Sans autre titre à sa bienveillance que ma ferveur scientifique, j'ai bénéficié de son appui constant. Jamais je n'oublierai l'accueil accordé à mon premier mémoire sur les aciers au nickel, timidement proposé en 1914 à la *Revue de Métallurgie*: les encouragements de Léon Guillet furent alors un des facteurs de l'orientation scientifique de ma carrière. Et j'ai reçu depuis tant d'autres preuves d'amitié!

Puisse Madame Guillet, devant qui je m'incline avec respect, puisse toute sa famille trouver un apaisement à leur douleur dans la certitude que Léon Guillet ne meurt pas tout entier. Lancée par un moteur de cette puissance, servie par des continuateurs fervents, son œuvre ne cessera de se développer et son souvenir restera vivant dans la mémoire de ceux qui l'ont approché, qui l'ont connu, qui l'ont aimé.



MARIN MOLLIARD

1866-1944



NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

MARIN MOLLIARD

(1866-1944)

déposée en la séance du 3 juin 1946,

PAR

M. JOSEPH MAGROU

Membre de l'Académie des Sciences.

Je n'ai pas le privilège de figurer parmi les élèves directs de Marin Molliard. Mais amené, au cours de mes recherches, à explorer quelques-unes des voies qu'il a ouvertes, j'ai acquis assez de familiarité avec son œuvre et je m'en suis assez souvent inspiré, pour pouvoir me considérer comme un de ses disciples lointains et pour apprécier, en connaissance de cause, l'honneur que m'a fait l'Académie en m'appelant à la succession de cet éminent physiologiste.

Marin Molliard est né le 8 juin 1866, à Châtillon-sur-Loing, (au-

jourd'hui Châtillon-Coligny), dans le Loiret. Il était le septième et dernier enfant d'une famille champenoise dont le père était agent des contributions directes. Sa première enfance, après la guerre de 1870, s'écoula à Verneuil, village de moins de 2000 habitants, situé près de Dormans, dans la Marne. Les années qu'il y vécut laissèrent en lui une impression ineffaçable. « Je me revois tout d'abord enfant, » disait-il au cours de la cérémonie intime qui, à l'occasion de son jubilé scientifique, réunissait autour de lui ses élèves et ses amis, « dans un petit village, en compagnie de ma mère, qui a été la première à me donner le goût de la nature, dont elle savait comprendre les charmes. Puis, j'ai eu la chance d'avoir pour premier maître un remarquable maître d'école qui me donna le goût du travail ». A dix ans, il perdit son père; son oncle, Léon Molliard, préfet des études au Collège Sainte-Barbe, remplaça auprès de lui le disparu. Mais il l'arracha à la campagne pour l'emmener à Sainte-Barbe, dont il suivit toutes les classes depuis la septième jusqu'aux mathématiques spéciales. « Pour moi, le Collège, » lit-on dans le discours, qu'il prononça en 1929 à la distribution des prix de Sainte-Barbe, « et je viens de vous dire de quelle tendresse j'y fus pourtant entouré, m'est toujours apparu comme l'équivalent d'une cage, surtout dans les grandes villes, et je ne me souviens pas sans une certaine terreur de ces années où, arraché aux champs et au plein air, j'ai vécu dans des cours sombres, avec, entre la confection d'un thème et une leçon à apprendre, la sinistre distraction de la promenade giratoire dont vient évidemment de s'inspirer le préfet de police, pour tenter de résoudre le problème de la circulation parisienne. »

Aussi les impressions de ses premières années restaient-elles gravées dans son esprit. Il n'oubliait pas les promenades de son enfance, et ses rêves d'avenir ne cessaient de converger vers les sciences de la Nature. Admis en 1888 à l'École Normale Supérieure, il y entra avec l'intention bien arrêtée de préparer l'agrégation des Sciences naturelles.

A l'École de la rue d'Ulm il trouva, à côté de Maîtres tels que

Giard, Gaston Bonnier, Costantin, des aînés directs, parmi lesquels Le Dantec et Matruchot, dont l'enseignement et les amicales conversations devaient influer sur son orientation définitive.

Reçu agrégé des Sciences Naturelles en 1892, il prolongea de deux ans, en qualité d'agrégé-préparateur, son séjour à l'École Normale. Il s'attendait à effectuer ensuite un tour de France plus ou moins varié, mais sa destinée devait le fixer pour toujours à Paris et, en fait de déplacement, il n'eut qu'à se transporter de la rue d'Ulm à la rue Saint-Jacques, à la Sorbonne où, jusqu'à la fin de sa vie, il occupa, dans le Laboratoire de Botanique, la même petite salle où son maître G. Bonnier l'avait installé dès 1894 en qualité de chef des travaux. En 1902, il devint Maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences, puis, successivement, Chargé de cours et Professeur adjoint. Enfin, en 1913, fut créée une Chaire de Physiologie végétale dont il fut le premier titulaire et où il enseigna pendant 23 ans. Dans ses fonctions de professeur, « il a donné à ses leçons », écrivait en 1944 notre Confrère M. Montel, alors Doyen de la Faculté des Sciences, « la forme qui convient aux disciplines les plus élevées d'enseignement supérieur: ne laisser ignorer aucune des grandes questions de la Physiologie végétale et montrer pour quelques-unes les résultats définitivement acquis et ceux qui demeurent en discussion ». Il fut Doyen de la Faculté des Sciences de 1920 à 1926.

Le 7 mai 1923, ses recherches furent couronnées par son élection à l'Académie des Sciences, où il succédait à Gaston Bonnier. Le 22 décembre 1937, il était élu membre de l'Académie d'Agriculture.

Le 6 mars 1937, son jubilé scientifique fut célébré en une cérémonie qu'il avait voulue lui-même tout intime. Il y reçut en hommage un volume de 750 pages intitulé « *Œuvres scientifiques de Marin Molliard, rééditées ou résumées par les soins d'un groupe d'élèves et d'amis* ». En même temps, notre regretté Confrère Jean Perrin, un de ses vieux amis de la rue d'Ulm, alors Sous-Secrétaire d'État à la Recherche scientifique, lui remettait, au nom du Gouvernement, la cravate de Commandeur de la Légion d'Honneur et lui donnait l'accolade.

Il quittait cette même année son enseignement, mais sa retraite universitaire ne diminua en rien son activité scientifique. Il continua d'occuper dans le laboratoire de Botanique, auprès de son successeur, élève et ami M. le Professeur Combes, la pièce que Bonnier lui avait assignée 43 ans auparavant et où il devait travailler jusqu'à son dernier jour.

Il avait épousé en 1893 M^lle^ Debray, fille du grand chimiste Debray, membre de notre Compagnie, qui, à l'École Normale, s'était lié d'amitié avec son oncle Léon Molliard. Toute sa vie de famille s'est écoulée dans la maison que possédait Debray, rue Vauquelin, sur le flanc de cette montagne Sainte-Geneviève où il a vécu depuis son enfance. Mais si sa carrière universitaire et scientifique lui apporta toutes les satisfactions dues à ses mérites, sa vie privée ne fut pas exempte d'événements douloureux. L'un de ses fils, qui avait combattu glorieusement pour la France au cours de la guerre de 1914-1918, succomba, quelques jours avant l'armistice, des suites de ses blessures. En 1932, la perte de M^me^ Molliard vint assombrir ses dernières années. Ces deuils cruels l'affectèrent profondément. A ses amis réunis autour de lui pour fêter son jubilé, il déclarait: « Il semble que cette journée devrait être pour moi de pure joie, mais, et c'est fatal, elle est avant tout une journée du souvenir, et c'est l'absence d'êtres chers qui vient à cette heure hanter mon esprit et mon cœur; mais je ne veux pas assombrir cette réunion et je m'efforcerai de me dédoubler; écartant les blessures reçues au cours de ma route par l'homme, je n'évoquerai ici que les souvenirs du professeur et du botaniste. »

Lui-même fut profondément atteint dans sa santé au cours de la dernière guerre. Il n'en continua pas moins de fréquenter assidûment, avec un courage admirable, son laboratoire et les séances de l'Académie. Il s'éteignait à Paris, le 24 juillet 1944 et, s'il fut privé de la joie de voir de ses yeux la libération de la capitale et la victoire de nos armes, il put du moins quitter ce monde avec la certitude de la délivrance prochaine de la patrie.

*
* *

En tête du beau volume où les élèves et les amis de Marin Molliard ont réuni, à l'occasion de son jubilé, ses œuvres scientifiques, figure cette épigraphe: «*La plante et le milieu*». On ne pouvait mieux résumer en deux mots le sens général de l'œuvre botanique de Molliard, ni évoquer avec plus d'exactitude l'idée directrice qui l'a guidé au cours de sa carrière et qui est à l'origine de toutes ses découvertes.

Molliard est venu à la Science au moment où l'attention des naturalistes se portait sur les idées de Lamarck, rendues au jour après une longue période d'oubli. Sous l'influence des théories lamarckiennes, de nombreux botanistes, français pour la plupart, étudiaient expérimentalement l'action des agents extérieurs sur la forme et la structure des plantes et découvraient l'extraordinaire plasticité de l'organisme végétal, qui le rend capable de s'adapter, par des modifications morphologiques, aux conditions du milieu ambiant. Ainsi se constituait une branche nouvelle et féconde de la Botanique, la Morphologie expérimentale ou Morphogénie.

Toutefois, les découvertes accomplies dans ce domaine ne satisfaisaient pas pleinement l'esprit de Molliard, épris de précision et de rigueur. « Il n'apparaissait jusqu'à présent, écrivait-il, qu'une corrélation un peu lointaine entre les conditions extérieures et les changements morphologiques qui en dépendent... Entre les deux termes extrêmes, action du milieu et changement de structure, il existe toute une série de chaînons qu'il s'agit de définir. C'est précisément pour mettre en évidence, autant qu'il est possible, quelques-uns de ces intermédiaires, pour pénétrer d'une manière plus intime dans l'essence même des phénomènes que j'ai entrepris la plupart de mes expériences. »

Molliard se demanda si les modifications des conditions extérieures n'entraîneraient pas d'abord des changements dans les échanges de matière et si ces déviations du métabolisme ne retentiraient pas à

leur tour sur les caractères morphologiques. Pour le vérifier, il mit à profit la propriété que possèdent les plantes supérieures d'absorber par leurs racines des substances variées. En modifiant soit un seul, soit un petit groupe dès aliments mis à la disposition de la plante, on pourrait modifier sa nutrition et voir si cette transformation du métabolisme ne se traduirait pas extérieurement par des variations morphologiques et structurales.

Pour réaliser des expériences de ce type, il fallait créer une technique appropriée et, tout d'abord, se mettre à l'abri des microorganismes qui pullulent dans le milieu extérieur et qui peuvent modifier à chaque instant la nature des aliments pénétrant dans la plante. Il convenait pour cela de partir de graines désinfectées par des agents chimiques et de les semer aseptiquement sur des milieux nutritifs stérilisés, de composition chimique définie. C'était l'application aux plantes supérieures de la technique des cultures pures, créée par Pasteur pour les levures et les bactéries. S'inspirant des recherches antérieures de J. Laurent et de M. Mazé, Molliard institua une méthode qui lui permit d'obtenir facilement le développement complet d'une plante supérieure en culture aseptique; cette méthode est aujourd'hui couramment appliquée par de nombreux chercheurs.

Ainsi muni d'un instrument de travail éprouvé, Molliard se trouva en mesure d'étudier, avec beaucoup plus de précision que n'avaient fait ses devanciers, les phénomènes de la nutrition: nutrition carbonée, nutrition azotée; fermentation propre, se produisant dans les tissus végétaux aseptiques, sans intervention de ferments étrangers. Il réalisa de la sorte, dans le domaine de la Physiologie pure, d'importants progrès et, devenu titulaire de la chaire de Physiologie végétale, il consacra à la nutrition de la plante un ouvrage en quatre volumes qui devint aussitôt classique. Je n'analyserai pas dans le détail cette partie de l'œuvre de notre Confrère, et j'en arrive tout de suite à ses travaux relatifs à la forme des végétaux dans ses rapports avec la nutrition. Ils ont porté sur les principaux groupes du Règne végétal: Algues, Champignons, plantes vasculaires, mais c'est

à ces dernières que Molliard a consacré le plus grand nombre de publications.

Les premières plantes étudiées (Radis, Oignon, Cresson, etc...), ont été cultivées en culture pure sur une solution nutritive minérale (solution de Knop) rendue solide par adjonction de gélose et constituant le milieu témoin. De nombreuses cultures différaient des témoins par l'addition à la solution, en quantités variées, d'un composé supplémentaire, appartenant aux groupes des sucres, des alcools, des acides organiques, des substances azotées organiques ou minérales. Les cultures ont été faites à l'air libre ou en atmosphère confinée; un des premiers faits établis par Molliard est, en effet, l'antagonisme qui existe entre l'assimilation chlorophyllienne et l'absorption des sucres par les racines. En supprimant la fonction chlorophyllienne ou en la rendant minima par la fermeture des tubes de culture, on observe que non seulement le rendement n'est pas modifié, mais qu'il devient plus considérable qu'à l'air libre; l'assimilation chlorophyllienne doit être regardée comme s'opposant à l'absorption des sucres par les racines; les deux fonctions correspondent d'ailleurs à des migrations inverses des substances sucrées et on conçoit que ces deux courants se nuisent.

Le Radis, qui a servi surtout à ces expériences, présente dans chacun des milieux utilisés une allure très spéciale, variable avec la dose du produit surajouté. Si l'on incorpore à la solution témoin des doses croissantes de sucre, on voit la taille s'accroître avec la concentration, puis décroître quand on dépasse une concentration optima qui correspond à 2 0/0 de glucose. D'autre part, le contour des feuilles se simplifie au fur et à mesure que s'accroît la concentration, ce qui permet d'expliquer l'existence d'une feuille à contour relativement simple que présentent parfois les Radis à la suite de leurs cotylédons; cette feuille, intermédiaire par ses caractères entre les cotylédons et les feuilles définitives, s'est différenciée à l'intérieur de la graine, donc dans un milieu beaucoup plus concentré en glucides

que celui qui, dans les conditions naturelles, préside à la formation des feuilles définitives. Lorsqu'on fournit aux plantes de la mannite, de l'asparagine, de la peptone, la forme des feuilles subit d'autres modifications des plus caractéristiques.

Ces changements de forme des feuilles s'accompagnent de modifications structurales; à mesure que l'on augmente la teneur en sucres des solutions où croissent les plantes, on constate que le tissu palissadique devient de plus en plus développé. Avec 15 0/0 de glucose et en atmosphère confinée, les feuilles acquièrent une structure comparable à celle des cotylédons, dont le parenchyme est entièrement formé de cellules palissadiques et ne présente pas de lacunes. On sait que le tissu palissadique se développe sous l'influence de la sécheresse, du chlorure de sodium, de la lumière, et, par suite, du climat alpin; les deux premières actions correspondent, comme dans les expériences de Molliard, à une augmentation de la concentration; il est de même de la lumière, qui agit en augmentant la teneur en sucres des cellules foliaires. Un grand développement du tissu palissadique n'est donc pas destiné, comme on l'a dit quelquefois, à favoriser l'assimilation chlorophyllienne, mais est, au contraire, la conséquence d'une assimilation intense.

Des modifications plus remarquables encore se produisent lorsque la culture a lieu en tubes fermés, c'est-à-dire en air confiné, en présence de glucose ou de saccharose. Dans ces conditions, la suppression des échanges gazeux avec l'extérieur entraîne une raréfaction progressive du gaz carbonique dans l'atmosphère du tube, et, par suite, la suppression de la fonction chlorophyllienne. Il en résulte, comme nous l'avons vu, un accroissement de l'absorption des sucres par les racines. Pour une concentration de 10 0/0 de glucose ou de saccharose, on voit l'axe épicotylé devenir trapu et prendre l'aspect et la structure d'un rhizome. Cette convergence s'explique, du fait que la tige en expérience et les rhizomes normaux sont soumis à des conditions de nutrition très comparables; dans les deux cas, en effet, on est en présence d'organes dépourvus de l'assimila-

tion chlorophyllienne et emmagasinant des substances de réserve; pour le rhizome, celles-ci proviennent des parties aériennes de la plante; pour la tige du Radis, du milieu nutritif où les sucres sont directement absorbés par les racines. Si l'on rouvre le tube de culture, les plantes développées en atmosphère confinée reprennent dans les nouvelles régions de croissance leurs caractères ordinaires. Ainsi se trouve réalisée la succession des deux structures que présente normalement un rhizome et qui correspondent, l'une à la période de sa formation, l'autre à la différenciation de sa partie terminale en une tige feuillée aérienne.

Mais la concentration en sucres du milieu nutritif retentit aussi sur la formation des tubercules, et les résultats obtenus dans cette voie d'abord sur le Radis conduisirent Molliard à étudier, chez des plantes variées, le déterminisme physico-chimique de la tubérisation, qui n'est autre chose que la mise en réserve des substances organiques dans un organe qui se renfle, de ce fait, pour constituer un tubercule ou un bulbe.

Les recherches de Noël Bernard avaient montré l'action des microorganismes dans la formation des tubercules initiaux des Orchidées; celles de E. Laurent et de Noël Bernard avaient établi d'autre part que la production des tubercules aériens de la Pomme de terre est liée à la valeur de la pression osmotique du milieu extérieur. Plus tard, Noël Bernard devait montrer que les tubercules embryonnaires des Orchidées peuvent se développer en l'absence de Champignons symbiotiques, si les semis sont faits sur un milieu suffisamment concentré en glucides.

Les expériences de Molliard montrèrent qu'il est possible d'obtenir des tubercules de Radis en l'absence de tout microorganisme étranger, à condition de fournir directement à la plante une quantité de sucre (glucose, lévulose, saccharose, maltose) correspondant à celle qu'elle élabore elle-même dans les conditions normales de culture.

En milieu glucosé, la tubérisation se produit quand la dose de glucose atteint 5 0/0. Les tubercules obtenus dans ces conditions à par-

tir de graines de Radis rond rose à bout blanc ont une forme tout à fait comparable à celle que l'on observe en culture normale; leur couleur, dans la partie qui est au dehors du milieu, est d'un rouge plus vif que dans la culture maraîchère. Si l'on amène les tubercules à se former entièrement dans la gélose, le pigment fait complètement défaut dans les cellules périphériques, par suite d'une aération moins abondante. On obtient aussi des tubercules entièrement blancs dans des milieux plus concentrés (5 à 10 0/0 de glucose); pour une concentration plus forte (15 0/0) les cellules superficielles se dessèchent et se subérifient, et le tubercule prend par places une coloration grise ou même complètement noire, due au dépôt contre les membranes d'une matière noire constituée aux dépens du protoplasme dégénéré. Ces tubercules sont à rapprocher de ceux qui se constituent normalement dans les races de Radis à tubercules noirs, dont les cellules superficielles présentent les mêmes caractères de subérification et de dégénérescence.

Si le glucose est remplacé par du saccharose (à la concentration de 10 0/0), les tubercules obtenus acquièrent une forme nettement différente et beaucoup plus allongée. Quelle que soit la nature du sucre, les radicelles deviennent beaucoup plus nombreuses que normalement.

Les tubercules normaux du Radis ne contiennent comme réserves ternaires que des sucres solubles. Il en est de même chez les plantes développées en présence de 5 0/0 de glucose; mais si la concentration atteint 10 0/0, il apparaît de l'amidon dans tout le parenchyme secondaire des tubercules. Lorsque le glucose est fourni à la dose de 15 0/0, l'abondance de l'amidon est telle que les tubercules deviennent très durs et prennent une consistance analogue à celle de la Pomme de terre. Si bien que l'on a pu dire plaisamment que Molliard transformait les Radis en Pommes de terre.

Dans les plantes modifiées par ces conditions particulières de culture, notamment dans les rhizomes aériens obtenus en atmosphère confinée et en milieu fortement concentré en glucose, les cellules

conductrices du liber deviennent beaucoup plus nombreuses et apparaissent même en dedans du tissu ligneux, ce qui n'a jamais lieu dans la tige normale. Cela tient à une accumulation plus considérable des matériaux qui doivent être transportés par ces tissus conducteurs libériens. « Nous sommes en présence, écrit Molliard, d'une démonstration expérimentale particulièrement nette du principe Lamarckien bien connu sous sa forme concise: *la fonction crée l'organe* ».

Les remarquables résultats obtenus par Molliard chez le Radis le conduisirent à étudier les phénomènes de la tubérisation chez d'autres plantes à tubercules et à bulbes et à établir que dans tous les cas étudiés, il y a formation d'un tubercule lorsque la quantité de sucre existant à l'intérieur des tissus est suffisante, que ce sucre provienne de la photosynthèse ou qu'il soit fourni directement à la plante.

C'est ainsi que dans le cas de l'Oignon, il put obtenir un bulbe, en vérité d'un faible volume, en présence d'un milieu aseptique exclusivement minéral et présentant une concentration très faible (eau de rivière, par exemple). Dans des conditions convenables d'éclairement, l'Oignon se montre donc capable de fabriquer suffisamment de matériaux sucrés pour les mettre en réserve dans un bulbe, sans qu'il soit nécessaire de lui en donner directement. Dans certains cas, malgré les précautions prises, des microorganismes variés, bactéries ou Mucédinées, s'introduisent dans les cultures; ou bien ils tuent rapidement la plante, ce qui est généralement le cas pour les bactéries, ou bien ils n'empêchent pas son développement et permettent même la formation de bulbes plus volumineux que dans les cultures restées aseptiques. En ce cas, le champignon agit par le gaz carbonique qu'il dégage et qui est utilisé par l'appareil chlorophyllien de l'Oignon; on peut, en effet, arriver au même résultat en établissant dans la culture un courant continu d'air chargé de gaz carbonique ou en enfermant côte à côte, dans un vase fermé hermétiquement, la culture d'Oignon et une culture d'une des Mucédinées envisagées.

Les bulbes sont plus volumineux lorsque la plante se développe en présence d'un sucre tel que le saccharose ; ils atteignent leur taille maxima pour un optimum de concentration correspondant à 5 0/0 de ce sucre ; pour des concentrations plus fortes, ils diminuent de volume et acquièrent des caractères morphologiques nouveaux.

Mais l'adjonction de sucres au milieu de culture ou un éclairement intense ne sont pas les seuls moyens aptes à accroître la concentration en glucides des sucs de la plante. On peut atteindre le même résultat en augmentant la teneur en gaz carbonique des tubes de culture, ce qui intensifie l'assimilation chlorophyllienne et la synthèse des composés hydrocarbonés. C'est le résultat que Molliard avait obtenu accidentellement, comme nous venons de le voir, dans les cultures d'Oignons envahies par des Mucédinées. Il imagina d'appliquer systématiquement ce procédé à des plantes qui se montraient incapables d'absorber les sucres de la solution nutritive. C'est ainsi qu'en faisant circuler dans des cultures aseptiques de Carottes et de Dahlias de l'air chargé de gaz carbonique, il provoqua la tubérisation des racines de ces deux plantes qui, dans d'autres conditions, s'étaient refusées à produire des tubercules. Par le même procédé il obtint, avec M. A. Crépin, des racines tubérisées chez des Radis cultivés en solutions minérales peu concentrées et non sucrées.

Molliard tenta aussi d'obtenir la tubérisation de plantules de Pomme de terre provenant de graines semées aseptiquement sur des milieux sucrés. Mais dans les conditions où il opérait, ces plantules, comme celles des Carottes et des Dahlias, refusèrent d'absorber par leurs racines, en quantité suffisante, les sucres mis à leur disposition. Que le milieu de culture fût ou non additionné de 5 à 10 0/0 de glucose, les plantes aseptiques provenant des semis développaient une tige feuillée normale, mais dont les rameaux secondaires ne produisaient pas de tubercules. Pour accroître la concentration en glucides des sucs de la plante, il eut recours à un artifice exactement inverse de celui qui devait lui réussir pour la Carotte et le Dalhia. Il rem—

plaça le bouchon d'ouate des tubes par un bouchon de caoutchouc, de manière à supprimer les échanges gazeux des récipients de culture avec l'air extérieur. Dans ces conditions, après épuisement du gaz carbonique contenu dans l'atmosphère du tube, la fonction chlorophyllienne se trouve suspendue, ce qui favorise, comme nous l'avons vu, l'absorption des sucres par les racines. Les graines placées dans cette atmosphère confinée donnèrent des plantules profondément modifiées: formées d'une tige épaisse et courte, à entre-nœuds raccourcis, elles présentaient les traits essentiels de la tubérisation; les cellules parenchymateuses de ces plantes anormales renfermaient d'ailleurs de nombreux grains d'amidon, qui font défaut dans les tiges ordinaires de la Pomme de terre. Aussi Molliard put-il légitimement les rapprocher des tubercules normaux.

Ayant réussi par la suite à obtenir des tubercules de forme normale chez des Pommes de terre issues de graines, cultivées aseptiquement en solutions sucrées, nous eûmes la satisfaction de voir nos résultats confirmés par Molliard, dans une des dernières notes qu'il ait publiées.

D'autres caractères morphologiques, notamment la différenciation en épines des tiges et des feuilles, apparaissent également comme étant en rapport avec la concentration des substances sucrées dans la plante. Molliard effectue des cultures pures d'Ajonc (*Ulex europæus*) dans des flacons dont l'air demeurait saturé de vapeur d'eau et sur des milieux minéraux gélosés, contenant ou non des doses croissantes de glucose. Il constate que la formation des piquants s'accentue au fur et à mesure que la quantité de glucose augmente; les feuilles, largement lancéolées dans les cultures en milieu non glucosé, sont plus étroites avec 5 0/0 de glucose et tout à fait linéaires et piquantes avec 10 0/0 de ce même sucre. « Nous sommes donc en présence, » conclut Molliard, « d'un cas de *xérophilie* réalisé expérimentalement, en atmosphère saturée de vapeur d'eau, par la concentration du milieu nutritif; lumière et sécheresse sont remplacées par une forte pression osmotique au contact de la racine. »

Partant de ces données, Molliard réalisa des expériences particulièrement suggestives sur les plantes parasites. Une plante verte autotrophe, telle que le Radis, peut être cultivée d'une manière purement saprophytique avec une solution de glucose, en l'absence de gaz carbonique. Pourquoi ne pourrait-on adapter aux mêmes conditions de vie une plante strictement parasite, telle que la Cuscute? On sait que les Cuscutes ne peuvent poursuivre leur développement et fleurir qu'en puisant dans une plante verte les substances qui leur sont nécessaires. En cultivant ces plantes aseptiquement sur des solutions glucosées, Molliard a pu les faire vivre indépendamment de leurs hôtes, et cela, jusqu'à leur floraison. Les tiges provenant de la germination aseptique des graines sont plus vertes, plus épaisses, moins flexueuses qu'elles ne le sont chez les plantes vivant en parasites; elles sont plus riches en chlorophylle et en anthocyane; en outre, leurs feuilles-écailles sont plus apparentes; les caractères principaux liés au parasitisme se trouvent ainsi expérimentalement abolis ou atténués.

Il y a plus, et Molliard a réussi l'expérience inverse, en faisant vivre une plante normalement autotrophe, le Cresson alénois, sur une autre, le Haricot. Il y est parvenu en réalisant artificiellement la pénétration de la radicule de Cresson alénois dans le corps du Haricot; l'association réalisée s'est prolongée jusqu'à 40 jours. Je ne puis mieux faire que de citer textuellement les termes dans lesquels il rapporte cette remarquable expérience: «La racine principale du Cresson alénois se développe rapidement dans la cavité qui lui a été ménagée artificiellement et garde ses caractères normaux tant que son cheminement a lieu dans les tissus blessés qui ont permis sa pénétration initiale; mais, arrivée au fond de la piqûre, elle continue son chemin dans le parenchyme intact du Haricot en digérant devant elle les tissus qui s'opposent à son passage. Il se constitue d'autre part des radicelles; mais, celles-ci, au lieu d'être longues et grêles, comme il arrive dans les conditions ordinaires, restent courtes et se renflent; on peut observer au microscope la digestion des cel-

lules du Haricot par des radicelles qui, physiologiquement et morphologiquement, se comportent comme de véritables suçoirs. »

On voit par là qu'une plante autotrophe peut, en s'adaptant au parasitisme, acquérir les caractères morphologiques si spéciaux des plantes parasites.

Il résulte des expériences précédentes que les divers organes végétatifs des plantes subissent des variations profondes, lorsque le milieu dans lequel elles se développent est modifié. Mais on a longtemps pensé que les organes reproducteurs étaient beaucoup plus stables et échappaient à l'action des facteurs externes. Par des expériences portant sur le Chanvre, Molliard montra qu'il n'en est rien, et que les organes sexuels sont capables de variations, tout comme les organes végétatifs, sous l'influence des conditions extérieures.

Il constata que des graines semées en serre donnent fréquemment naissance à des plantes dont les étamines sont transformées de façon plus ou moins complète en carpelles; tous les degrés de transition existent entre les fleurs mâles présentant 5 étamines et les fleurs femelles possédant 2 carpelles. Or, le Chanvre, cultivé dans des conditions normales, présente un rapport sensiblement constant des pieds mâles (100), aux pieds femelles (112). Dans les cultures en serre, la proportion des pieds femelles est beaucoup plus considérable. Molliard en conclut que cet excès de plantes femelles correspond à des pieds destinés à être mâles et ayant subi une transformation complète; le sexe d'un végétal dioïque n'est donc pas, comme on le pensait, définitivement fixé dans l'œuf.

Une analyse serrée des conditions de l'expérience a montré que les transformations observées devaient être rapportées à la faible intensité lumineuse que recevaient les plantes; le degré des transformations varie en même temps que le degré de l'ombre, et des semis effectués simultanément à une intensité lumineuse normale, toutes les autres conditions restant comparables, n'ont produit que des pieds parfaitement normaux.

*
* *

Parmi les modifications morphologiques que les plantes subissent sous l'action de facteurs externes, celles qui aboutissent à la formation des galles ou cécidies sont peut-être les plus frappantes. On sait que les plantes réagissent à certains parasites, dits cécidogènes, par l'hyperplasie et l'hypertrophie de leurs tissus; il en résulte la formation de tumeurs appelées galles ou cécidies. Les parasites cécidogènes peuvent être des animaux (Insectes, Acariens, Nématodes), ou des végétaux inférieurs (Champignons, Bactéries). On conçoit que le problème de la production des galles, qui n'est qu'un cas particulier du problème de la morphogénie, ait attiré tout particulièrement l'attention de Molliard. Il lui consacra, dès 1893, ses premières publications, puis sa thèse de doctorat (1895); mais, par la suite, il ne devait jamais cesser de s'y intéresser. A l'époque où il l'aborda, l'étude des galles en était encore au stade de la systématique et de la morphologie; leur classification et leur forme étaient connues, mais bien des détails de leur structure et de leur histogénèse restaient à préciser, et surtout, on ignorait tout de leur chimisme, de leur physiologie et du mécanisme de leur production, que le génial anatomiste italien Malpighi avait pourtant pressenti dès le 17e siècle. Il appartenait à Molliard de combler ces lacunes et de réaliser dans ce domaine de la connaissance des progrès de premier ordre.

Il s'appliqua d'abord à étudier les modifications produites chez les plantes par différents parasites; il fut ainsi amené à mettre en évidence des déviations considérables de la forme et de la structure des végétaux, se rapportant particulièrement aux organes reproducteurs et à leurs annexes. Il montra notamment que les duplicatures florales peuvent relever d'actions parasitaires: une Violette (*Viola silvestris*) peut acquérir, lorsqu'elle est attaquée par un Champignon (*Puccinia violæ*), un nombre plus ou moins grand de pétales supplémentaires. Une Composée Radiée (*Matricaria inodora*), sous l'action d'un autre Champignon (*Peronospora radii*) transforme ses fleurs en

tube en fleurs en languette. « Les modifications qui conduisent à la duplicature obtenues par les pratiques horticoles chez les Composées Radiées », écrit Molliard, « sont absolument identiques à celles que nous observons ici ; dans les deux cas, on est en présence d'une réaction à un même changement survenu dans la nutrition ; seule l'action initiale diffère. »

Une duplicature d'un type différent s'observe chez une autre Composée Radiée, la Pâquerette (*Bellis perennis*) attaquée par un Acarien (*Eriophyes*). Ici, le capitule est transformé en une masse compacte, dans laquelle les fleurons sont remplacés chacun par un petit capitule élémentaire, formé de fleurs périphériques ligulées et de fleurs centrales tubuleuses; il s'agit, en quelque sorte, d'une inflorescence composée du second degré.

Dans d'autres cas, ce sont les organes sexuels eux-mêmes qui sont touchés, et le parasitisme aboutit au phénomène de la castration parasitaire, si bien mis en lumière par Giard. C'est ainsi que dans les étamines, les cellules qui, normalement, donnent naissance aux grains de pollen, peuvent évoluer, sous l'action de certains parasites, en cellules végétatives et même aboutir à la formation d'éléments vasculaires.

Ailleurs, l'action des parasites, au lieu de rester strictement localisée aux organes attaqués, se généralise, et la plante acquiert dans sa totalité une allure souvent très' différente de celle des échantillons normaux. C'est le cas de certains pieds de Menthe poivrée dont l'aspect général rappelle celui des sommités défleuries du Basilic et que les cultivateurs désignent, pour cette raison, sous le nom de Menthe basiliquée. Molliard a montré qu'il s'agit encore ici d'une action parasitaire: « Par suite de la piqûre de l'*Eriophyes menthæ*, les tiges qui, par leur emplacement sur la plante seraient, dans les conditions normales, terminées par des inflorescences, sont le siège d'une ramification répétée et indéfiniment végétative: les dernières tiges qui proviennent de celles-ci portent un grand nombre de petites feuilles pressées les unes contre les autres et auxquelles corres-

pondent des bourgeons qui restent inclus à l'intérieur de ces feuilles; ce sont ces nombreuses petites masses foliacées terminales qui donnent aux rameaux modifiés leur aspect si caractéristique et si différent par sa compacité du port léger des rameaux normaux.» Molliard a signalé plusieurs autres exemples de dimorphisme d'origine également parasitaire.

La formation des galles résulte de l'hypertrophie et de l'hyperplasie des cellules situées au voisinage des parasites. Molliard s'est attaché à préciser les phénomènes dont ces cellules sont le siège. Parmi les cas qu'il a décrits, une mention spéciale revient à celui des galles produites sur les racines de diverses plantes par un Nématode, l'*Heterodera radicicola*. Chez le Melon, les racines envahies par ce parasite présentent des renflements très nombreux; les uns, qui déforment les grosses racines, sont de forme irrégulière et relativement volumineux; les autres, qui représentent les stades jeunes de l'infestation, offrent l'aspect de renflements fusiformes très réguliers situés au voisinage de l'extrémité des radicelles. L'examen d'une coupe longitudinale dans l'un de ces renflements montre une hypertrophie cellulaire s'étendant à toutes les régions de la racine. Au niveau de l'extrémité céphalique du Nématode, on voit en effet se différencier des cellules géantes multinucléées, dont le nombre de noyaux peut aller jusqu'à trente environ. Ces noyaux sont hypertrophiés et de forme irrégulière; ils présentent souvent des étranglements, indices d'une division amitotique. Les cellules géantes sont d'origine vasculaire; on trouve toutes les transitions entre ces éléments et des cellules vasculaires qui restent fermées et courtes et ne sont que des vaisseaux qui n'ont pas subi d'allongement. Molliard considère les cellules géantes comme des éléments nourriciers du parasite, et il les compare aux cellules de l'assise nourricière des étamines. «Il est très probable,» écrit-il, «que le phénomène intime qui détermine la formation de ces différentes sortes de cellules nutritives est le même, qu'il s'agisse de parasites ou de cellules-mères des grains de pollen.»

Il rapproche d'autre part ces éléments pathologiques des cellules géantes décrites dans les tumeurs cancéreuses animales. On pourrait, tout aussi légitimement, les rapprocher des cellules multinucléées caractéristiques des granulomes, réactions inflammatoires qui apparaissent chez l'Homme ou chez les animaux envahis par certains parasites, le bacille tuberculeux par exemple.

Nous en venons maintenant à l'une des conceptions les plus séduisantes que l'étude des galles ait suggérées à Molliard. Depuis Malpighi, les observateurs ont été frappés par la ressemblance morphologique qui existe entre les galles et les fruits. Cette ressemblance est très étroite et se poursuit jusque dans les caractères anatomiques. Beaucoup de galles sont charnues, et leur surface est colorée, comme celle des fruits, la pigmentation étant due le plus souvent, dans les deux cas, à des pigments anthocyaniques; certaines de ces galles charnues sont même comestibles. On pourrait établir pour les galles une classification calquée sur celle des fruits et fondée comme elle sur la structure anatomique; on distinguerait ainsi des galles-baies, des galles-drupes et des galles sèches, déhiscentes ou non; on peut encore reconnaître des galles ouvertes et des galles fermées, correspondant respectivement aux fruits des Gymnospermes et des Angiospermes.

Fait remarquable, il existe parfois une exacte convergence entre les galles d'une espèce végétale donnée et les fruits de cette même espèce. Chez plusieurs Légumineuses, les folioles sont transformées par différents insectes en véritables gousses, semblables aux fruits caractéristiques de cette famille. Les galles déterminées chez l'Epicéa par l'*Adelges abietis* simulent absolument un cône femelle; cela tient à ce que les feuilles entre lesquelles s'installent les Hémiptères deviennent coalescentes à leur base, en même temps que les entre-nœuds restent courts; la comparaison peut du reste se poursuivre quand on considère l'évolution de cette production, dans laquelle les feuilles, d'abord écartées les unes des autres, s'appliquent ensuite étroitement par leur extrémité distale et s'écartent à nouveau quand

la galle a cessé son développement; tout se passe donc à cet égard comme pour les carpelles d'un cône femelle, les Pucerons jouant le rôle d'ovules.

On peut citer encore en exemple les galles foliaires du Millepertuis et d'une Véronique (*Veronica chamædrys*), qui reproduisent exactement les dispositions si particulières des fruits de ces plantes. Ailleurs, il y a substitution d'un Insecte à un ovule à l'intérieur même d'un carpelle.

Partant de ces constatations, Molliard s'est demandé si le déterminisme qui préside à la constitution des feuilles carpellaires ne serait pas le même que celui qui est à la base des productions gallaires. Mais les caractères morphologiques étant sous la dépendance des conditions physiologiques, il fallait, pour que l'hypothèse fût valable, qu'il existât dans les deux cas une convergence de nutrition.

Pour rechercher s'il en était bien ainsi, Molliard entreprit des analyses chimiques comparatives, qui lui révélèrent de grandes analogies entre la composition des galles et celle des fruits. Les deux sortes de productions renferment une proportion toujours plus élevée de composés azotés solubles par rapport à la quantité totale des substances azotées. Comparés aux feuilles, fruits et galles sont très souvent plus riches en matières tanniques; des oxydases particulièrement actives se rencontrent fréquemment dans les galles aussi bien que dans les fruits. Enfin, galles et fruits renferment beaucoup moins de silice et de chaux et beaucoup plus d'acide phosphorique et de potasse que les feuilles.

La convergence chimique des galles et des fruits, indice d'un métabolisme identique dans les deux sortes de productions, vérifie le bien-fondé de l'hypothèse hardie de Molliard, d'après laquelle les fruits doivent être considérés comme des galles dans lesquelles l'ovule, puis l'embryon, jouent le rôle du parasite cécidogène.

Ces résultats acquis, une question primordiale restait à résoudre dans ce problème si vaste et si complexe des galles, celle du déterminisme de leur formation. Par quel mécanisme les parasites cécido-

gènes provoquent-ils l'hypertrophie et l'hyperplasie des cellules dans les organes qu'ils attaquent? Pour Malpighi, la galle traduit la réaction de l'organisme vis-à-vis d'un venin que la femelle insère en déposant ses œufs, ou que la larve sécrète au cours de son développement. Tous les auteurs qui ont suivi ont adopté cette manière de voir et incriminé une sécrétion émise soit par la femelle, soit par l'œuf, soit par la larve, sécrétion capable de stimuler la croissance des tissus. Molliard lui-même attribue la production des cellules géantes qu'il a décrites dans les galles du Melon dues à l'*Heterodera radicicola* à l'action des substances injectées directement, par le stylet du Nématode, à l'intérieur du protoplasme.

Toutefois, les substances cécidogènes étaient demeurées hypothétiques, jusqu'au jour où Molliard réussit à en démontrer la réalité. Ses premières expériences portèrent sur le *Rhizobium radicicola*, bactérie qui produit, chez les Légumineuses, des nodosités radicales que l'on doit considérer comme de véritables bactériocécidies. En semant aseptiquement des graines de Pois sur des filtrats de culture de *Rhizobium*, il obtint non des tumeurs localisées, mais une hypertrophie et une hyperplasie généralisées des racines comparables à celles qui caractérisent les nodosités produites dans la nature par la bactérie elle-même. L'hyperplasie porte sur les cellules du péricycle, l'hypertrophie sur celles de l'écorce. Ces modifications anatomiques se traduisent par une déformation des racines qui sont courtes et fortement épaissies; il y a là une substitution de la croissance par épaississement à la croissance par élongation qui est à rapprocher de la tubérisation.

Plus démonstratifs encore sont les résultats obtenus par Molliard avec la galle qu'un Hyménoptère, l'*Aulax papaveris*, provoque fréquemment sur le pistil de certains Pavots, du Coquelicot notamment (*Papaver rhœas*). La femelle du parasite dépose ses œufs sur les lamelles placentaires des Pavots. Ces lamelles s'hypertrophient, se soudent et forment une masse compacte, creusée de logettes. Les larves qui habitent ces logettes sont prélevées et broyées en présence

d'une petite quantité d'eau; le liquide obtenu est rendu limpide par compression à l'intérieur d'une petite seringue garnie dans le fond d'un filtre d'amiante. Ce liquide est injecté, au centre du plateau stigmatique d'un Pavot, suivant l'axe du pistil; une très petite ouverture, permettant l'expulsion de l'air, a été pratiquée au préalable sur le côté de celui-ci. « Au bout de quelques jours », écrit Molliard, « j'observais à l'intérieur de tous les pistils ainsi traités un nombre variable de placentas fortement hypertrophiés, arrivant à se toucher et présentant une similitude d'aspect et de structure tout à fait remarquable avec ceux qui sont transformés par les larves ».

Cette belle expérience démontre de façon décisive que la galle est bien due, comme l'avait pressenti Malpighi, à une sécrétion émanée de la larve.

*
* *

Tels sont quelques-uns des aspects les plus caractérisques de l'œuvre biologique de Marin Molliard. On a vu avec quel souci de rigueur sont conduites les expériences par lesquelles il a démontré la prodigieuse plasticité de l'organisme végétal. Je voudrais, pour conclure, tenter de dégager la portée générale de ses découvertes.

L'œuvre de Molliard est manifestement d'inspiration lamarckienne. « La notion la plus générale qui se dégage de mes travaux », écrivait-t-il en 1916, « c'est que les végétaux, même les plus différenciés, sont extrêmement plastiques, beaucoup plus qu'on ne l'admettait jusqu'ici, que leur structure est sous la dépendance étroite de leur chimisme, celui-ci étant lui-même influencé par les conditions extérieures: c'est donc une confirmation expérimentale que mes recherches apportent à la théorie Lamarckienne, dans ce qu'elle présente d'essentiel ».

Molliard n'hésitait pas à s'exprimer ainsi, en un temps où la valeur explicative des conceptions de Lamarck était l'objet d'âpres critiques. Personne, certes, ne pouvait songer à nier la réalité des

transformations que les plantes subissent sous l'action des facteurs externes. Mais si le facteur qui a provoqué une modification cesse d'agir, la plante retourne à son état primitif; les caractères qu'elle acquiert sous les influences extérieures n'ont donc pas la stabilité des caractères spécifiques. Partant de là, on a voulu contester la valeur des théories qui tentent d'expliquer la genèse des espèces nouvelles par une adaptation des plantes à leurs modes de vie.

D'où le succès de la théorie des mutations, qui attribue la variation à des altérations irréversibles des gènes, supports matériels du patrimoine héréditaire. Mais les variations acquises par mutation, si elles sont bien héréditaires, sont en revanche de faible amplitude et ont le plus souvent un caractère régressif. Elles peuvent tout au plus expliquer, au sein d'une même famille, la genèse d'espèces ou, peut-être, de genres nouveaux, mais elles ne sauraient rendre compte de l'apparition des grands groupes du règne végétal.

Devant cette impasse, on voit les naturalistes se tourner à nouveau vers le Lamarckisme, pour tenter de comprendre l'évolution que le monde vivant a subie dans le passé. « De ce que la nature vivante n'est plus lamarckienne », écrit M. Caullery, « il ne faut pas s'empresser de prétendre qu'elle ne l'a jamais été ».

Molliard, lui, n'a jamais cessé de croire que le problème de l'évolution pourrait être un jour résolu par des expériences inspirées de Lamarck. « Les résultats que j'ai obtenus », écrivait-il en 1923, « ne font que me confirmer dans l'idée que c'est par la voie expérimentale qu'on arrivera à élucider peu à peu les nombreuses et importantes questions qui se posent au sujet de la variation des végétaux; aucune des techniques qui se trouvent actuellement à notre disposition n'est suffisante isolément pour apporter une solution à ces problèmes, il faut faire appel à toutes et il n'est pas douteux, en particulier, que les données fournies par la Physiologie ont à cet égard une importance primordiale. Certaines théories récentes ont relégué le Lamarckisme à l'arrière-plan, mais je reste convaincu par mes recherches que c'est à l'analyse de l'interaction du milieu et des

êtres vivants, dont le grand naturaliste français avait senti toute l'importance, qu'il convient de s'appliquer ».

Et, commentant la remarquable expérience par laquelle il a réussi à adapter une plante autotrophe à la vie parasitaire, il déclare: « On n'a peut-être pas suffisamment mis en évidence jusqu'ici combien simplement le problème de l'origine des espèces recevrait une solution définitive, si on arrivait à faire accomplir à une plante actuellement autotrophe son cycle entier de développement dans les conditions que j'ai pu réaliser pendant une période de 40 jours pour le Cresson alénois ».

Il est encourageant de voir un esprit aussi pondéré et aussi critique que Marin Molliard faire confiance aux méthodes de la Morphologie expérimentale pour résoudre l'un des problèmes majeurs des Sciences naturelles.

COMMÉMORATION

DU DEUX-CENTIÈME ANNIVERSAIRE DE LA NAISSANCE

DE

JEAN-BAPTISTE DE LAMARCK

AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

A PARIS,

le samedi 15 juin 1946.

LA PLACE DES CONCEPTIONS DE LAMARCK DANS LA BIOLOGIE D'AUJOURD'HUI.

DISCOURS DE M. MAURICE CAULLERY,

Membre de l'Académie des Sciences.

MONSIEUR LE MINISTRE [1],

MESDAMES,

MESSIEURS,

Il y a trente-sept ans, le 13 juin 1909, dans ce Jardin des Plantes, j'avais l'honneur de participer à la commémoration du centenaire de la publication de la *Philosophie Zoologique*, centenaire qui coïncidait avec celui de la naissance de Charles Darwin. On inaugurait, à cette

---

[1] M. Naegelen, ministre de l'Éducation Nationale.

occasion, la statue de Lamarck. Edmond Perrier et Yves Delage y représentaient l'Académie des Sciences. C'est à moi-même que cet honneur échoit aujourd'hui et le rôle qui m'a été assigné en cette cérémonie est de retracer à grands traits quelle a été depuis la mort de Lamarck et quelle est aujourd'hui la place de ses idées et de sa doctrine. Quand bien même cela eût été fait en 1909, ce ne serait pas chose superflue aujourd'hui, car, dans le mouvement biologique des trente-sept dernières années, l'ambiance des idées lamarckiennes s'est notablement modifiée et il est certainement intéressant d'examiner comment elles se présentent à la lumière des connaissances actuelles.

Lamarck avait devancé son temps et il lui restera toujours l'honneur impérissable d'avoir été le premier à concevoir le transformisme dans toute son ampleur et à interpréter le monde vivant, non comme un agglomérat de créations partielles et arbitraires, mais comme la diversification progressive, par le simple jeu des forces naturelles, de formes initiales simples; c'est ce que résume pour nous le mot d'*Évolution*, que Lamarck ne connaissait pas avec ce sens. D'avoir, le premier, formulé cette grande idée, à l'encontre de la tradition et du dogme, suffit à le classer parmi les plus grands biologistes et parmi les penseurs les plus hardis de tous les temps. L'opposition même qu'il a rencontrée de son vivant mesure l'originalité de ses vues. Elles étaient, non seulement d'une extrême hardiesse, mais, en même temps, d'une cohérence parfaite: c'était une théorie complète de la vie. A la base, Lamarck admettait la génération spontanée, réalisant les êtres les plus simples; la vie ensuite, peu à peu, par elle-même, perfectionnait sa structure. L'usage de certains organes les développait, le non usage d'autres organes les atrophiait. L'habitude, chez l'individu, était la source de la différenciation, sous la dépendance et l'incitation des conditions du milieu. Et les modifications ainsi acquises chez les deux sexes étaient transmises à la descendance. De la sorte se réalisaient des êtres dont la structure était en harmonie avec les conditions extérieures où ils vi-

vaient et qui étaient *adaptés* à celles-ci. Le monde vivant s'expliquait logiquement de lui-même; ce n'était pas une image figée; il se transformait sans cesse; il évoluait.

Telle est, très brièvement résumée, cette grande conception, qui embrasse la totalité des manifestations de la vie; point n'est besoin d'en souligner davantage la puissance: Voyons comment, depuis la mort de Lamarck, en 1829, elle s'est ajustée aux aspects successifs de la Biologie.

Lamarck heurtait violemment les idées traditionnelles et l'orthodoxie et, d'autre part, on ne saurait méconnaître que, si ses conceptions formaient un ensemble cohérent, les preuves qu'il en invoquait étaient plus que discutables, parfois même puériles. Des esprits positifs et lucides, comme Georges Cuvier, ne pouvaient manquer de discerner ces faiblesses et de les mettre en lumière. Sous ces critiques et malgré la sympathie compréhensive de grands naturalistes comme Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, les idées de Lamarck disparurent momentanément de la scène.

Elles ne devaient y reparaître que trente ans après sa mort, en 1859, à la faveur de l'œuvre de Charles Darwin et de la publication de son *Origine des Espèces*, qui remettait en honneur, et cette fois de façon définitive, la conception transformiste. Je ne puis naturellement pas entreprendre de refaire ici l'histoire complète du transformisme. Chacun, dans cet auditoire, sait que Darwin a vu le facteur primordial des transformations des espèces dans la concurrence vitale entre les individus et dans la survivance des plus aptes, ce qui se résume dans le terme de *sélection naturelle*. Mais Darwin admet, en même temps, sans discussion, les conceptions essentielles de Lamarck, les effets de l'usage et du non usage, ceux de l'habitude et l'hérédité des caractères acquis. De même, Ernest Hæckel, qui a été l'un des plus efficaces propagateurs des doctrines transformistes, donne à Lamarck, notamment dans son *Histoire de la création naturelle*, la place d'honneur à laquelle il a droit. Quoi qu'il en soit du mécanisme de l'Évolution, l'explication générale par elle, de la réalisa-

tion du monde organique, s'est désormais imposée et, sans vouloir aucunement diminuer la gloire de Darwin, c'est à Lamarck que revient le mérite d'avoir, le premier, formulé cette grande idée par une anticipation magnifique. La pensée de Darwin et, dans son orbite, celle de Lamarck, a dominé toute la seconde moitié du XIX^me^ siècle et domine encore celle du XX^me^.

A partir de 1860, les deux noms de Lamarck et de Darwin sont donc attachés solidairement à la doctrine transformiste, et trouvent, solidairement aussi, les mêmes partisans et les mêmes détracteurs. Ceux-ci, inspirés le plus souvent par l'orthodoxie, s'attaquent surtout à la doctrine elle-même, plus qu'aux mécanismes imaginés pour la justifier. On sait qu'en France, pendant longtemps, l'opposition l'emporta de beaucoup sur l'adhésion. Cela se manifeste avec éclat par le fait que Charles Darwin ne fut élu correspondant de l'Académie des Sciences qu'en 1878 et pour la section de Botanique, après une série d'échecs dans celle de Zoologie. Des discussions passionnées en comité secret au sujet de ces élections, — mais qui ont néanmoins été évoquées dans les colonnes de la *Revue Scientifique*, (1) — sont pleinement significatives. Les idées évolutionnistes n'ont conquis droit de cité à la Sorbonne qu'avec Alfred Giard, en 1888; au Muséum, elles avaient eu pour principal défenseur Edmond Perrier. Giard et Perrier étaient tous deux lamarckiens, c'est-à-dire qu'ils voyaient dans l'action directe du milieu sur l'organisme et dans l'adaptation de celui-ci, consolidée par l'hérédité des caractères acquis, le facteur essentiel de l'Évolution, la sélection naturelle de Darwin n'ayant que la valeur d'un facteur secondaire. La plupart des biologistes français de la fin du XIX^me^ siècle ont partagé ces conceptions. Parmi ceux qui les ont le plus systématiquement développées, je citerai Félix Le Dantec en Zoologie, Gaston Bonnier et Julien Costantin parmi les Botanistes.

(1) Tome VII (juillet-août 1870) pp. 513, 529, 545, 561, 577, 588.

*
* *

Si la notion générale de l'Évolution s'est de plus en plus imposée, à la lumière de tous les progrès de la morphologie, — anatomie et embryologie, — et de la paléontologie, tant animale que végétale, les conceptions de Lamarck relativement au mécanisme même de l'Évolution ont été mises à très rude épreuve et elles le restent encore.

La génération spontanée, sur laquelle Lamarck se basait, a été chassée du champ de la Science par les travaux de Pasteur. La façon simpliste dont Lamarck se représentait la variation des organismes, le pouvoir de l'habitude, les effets de l'usage et du non usage pour les modifier et les transformer de façon durable ne résiste pas à nos connaissances actuelles..

Dans la critique des idées lamarckiennes, deux noms émergent particulièrement du XIX^me^ siècle: ceux d'Alfred Russell Wallace et et d'Auguste Weismann. Wallace avait formulé l'idée de la sélection naturelle en même temps que Darwin. Elle est, à ses yeux, le *seul* agent de l'évolution des organismes. Il en est de même pour Weismann. Wallace et Weismann incarnent le *néo-darwinisme*, qui élimine radicalement le mécanisme lamarckien de l'Évolution.

Arrêtons-nous un instant à l'action de Weismann, ne serait-ce qu'à raison de la profonde influence qu'elle a exercée dans les cinquante dernières années. Weismann a nié, avant tout, l'hérédité des caractères acquis, qui est la clé de voûte de la doctrine lamarckienne. Il l'a niée en fait et il a pratiqué à ce sujet des expériences méthodiques, — comme de couper la queue de souris à la naissance pendant une série de générations, — qui, tout en donnant des résultats négatifs, n'ont pas de portée réelle; mais surtout il a affirmé l'impossibilité théorique de cette hérédité, en se basant sur les données fondamentales de l'embryogénie et de la morphogenèse.

Lamarck, en son temps, ne pouvait rien connaître en ces domaines. A l'époque de Weismann, à la fin du XIX^me^ siècle, avait été acquise la connaissance de la constitution cellulaire des organismes, celle de

la cellule elle-même et de sa division, celle des éléments reproducteurs, de la fécondation, de la constitution de l'œuf et des phases successives de son développement. Weismann a été conduit par tout cela à opposer radicalement les éléments reproducteurs constituant le *germen*, par qui se perpétuent la *lignée* et l'*espèce* et le reste de l'organisme constituant le *soma*, c'est-à-dire l'*individu*. C'est la constitution même du germen qui commande et détermine la structure des générations successives. Weismann déclare ne pouvoir se représenter comment une modification produite sur l'individu, par l'usage ou le non usage, en un point du soma, pourrait s'inscrire dans le germen; par suite, comment il pourrait y avoir une hérédité des caractères acquis. A cette négation, il joint une construction positive, mais purement spéculative (1), en imaginant de toutes pièces, dans les cellules germinales, des particules représentatives des diverses parties de l'organisme se transmettant à la faveur de la fécondation de l'œuf et des modalités de la division cellulaire. Cette partie de la conception weismannienne est aujourd'hui périmée sous la forme particulière que son auteur lui a donnée, mais elle a exercé une grande influence. D'une façon plus générale, ce que nous savons aujourd'hui de l'embryologie et de la morphogenèse nous conduit à des représentations beaucoup plus complexes que ne pouvait l'imaginer Lamarck. Les organes se réalisent chez l'embryon préalablement à tout usage et avec toutes leurs particularités adaptatives les plus minutieuses. La réalisation de l'adaptation ne peut donc s'effectuer par le simple effet de l'usage ou du non usage des organes et l'action de l'habitude. Elle reste d'ailleurs pour l'esprit une difficulté majeure.

Et sur l'hérédité des caractères acquis elle-même, il faut bien reconnaître que toutes les tentatives faites depuis cinquante ans pour en apporter une preuve expérimentale ont échoué. On ne peut citer, à l'heure présente, aucun fait positif indiscutable en ce sens. Je

(1) D'autres hypothèses de même nature avaient déjà été faites précédemment, notamment par Ch. Darwin (*gemmules*) et par H. de Vries (*pangènes*).

renvoie, à cet égard, à l'exposé documentaire très clair et très critique qui a été fait de cette redoutable question par M. Émile Guyénot dans son livre sur l'Évolution (1).

* * *

Pour apprécier la place des conceptions de Lamarck dans notre science contemporaine, il faut encore situer un ordre nouveau de faits positifs et de vues théoriques, celui qui résulte de la doctrine des mutations et des conceptions sur l'hérédité qui s'y rattachent et qui constituent aujourd'hui toute une science nouvelle, la *Génétique*. Naturellement, il ne saurait être question, en ce moment, d'en faire un exposé, mais il faut les évoquer.

Les mutations sont des variations discontinues, subites, indépendantes du milieu et de l'activité de l'organisme, immédiatement et totalement héréditaires. C'est Hugo de Vries qui, en 1898, a formulé l'idée que l'évolution se devait faire par des mutations. La théorie, telle qu'il l'avait énoncée, d'après les faits observés par lui sur l'*Œnothera lamarckiana*, a subi d'importantes modifications, mais la notion de mutation subsiste pleinement et s'est montrée d'une très grande généralité. La théorie de l'évolution par mutations, sur lesquelles s'exerce la sélection, est celle qui est incontestablement prédominante aujourd'hui. Elle se relie d'ailleurs intimement aux conceptions relatives à l'hérédité basées sur les lois de Mendel, lesquelles sont une réalité solide, attestée par d'innombrables observations et expériences et elles sont l'axe de toute la Génétique, qui est l'une des branches les plus solides et les plus florissantes de la Biologie contemporaine.

Tout cet ensemble de résultats, dont la réalité n'est pas discutable, va incontestablement à l'encontre des conceptions de Lamarck dans ce qu'elles ont de formel. L'organisme n'est pas modelé de façon continue par l'effet de ses interactions avec le milieu. L'adaptation

(1) Encyclopédie scientifique (G. Doin) 1930.

ne résulte pas, au moins de façon immédiate, de l'activité fonctionnelle de l'organisme.

Les théories mutationnistes rallient, de façon indéniable, la grande majorité des biologistes contemporains et je citerai parmi leurs défenseurs les plus éminents, nos compatriotes MM. Lucien Cuénot et Émile Guyénot. Je renvoie à leurs ouvrages.

La généralité des biologistes anglais contemporains, et, en particulier, mon éminent collègue et ami Julian Huxley, voit dans la diversification de l'espèce par les mutations et le jeu de la sélection naturelle, qui élimine les uns et fait persister les autres, non seulement la cause générale de la diversification de l'espèce, mais, au delà de ce résultat, le point de départ des transformations plus considérables ayant réalisé l'autonomie des groupes supérieurs, genres, familles, etc.... Le néodarwinisme, à base mutationniste, jouit actuellement, de façon incontestable, d'une grande faveur.

Ce n'est pas à dire que d'autres voix ne se fassent entendre, comme, en particulier, dans un livre tout récent de Richard Goldschmidt, *La Base matérielle de l'Évolution* (1); pour lui, l'action des mutations, par modification d'un *gène* particulier, est bien la base de la diversification de l'espèce, mais sa portée ne dépasse pas le cadre de celle-ci et constitue ce qu'il appelle la *microévolution*. L'évolution proprement dite, d'où a résulté la formation des divers types constituant les groupes supérieurs, la *macroévolution*, doit procéder d'une autre source de variations, qu'il conçoit dans les remaniements généraux de l'ensemble des gènes. C'est ce qu'il appelle des mutations de systèmes (*systemic mutations*). Il y a là incontestablement une conception très intéressante, que je ne puis songer à discuter ici, et je dois me borner à signaler à l'attention ce livre de Goldschmidt, très suggestif et très fortement documenté. Et j'ajouterai, en dernière analyse, que le mécanisme de la macroévolution, c'est-à-dire de l'Évolution tout court, reste en réalité, un problème non résolu.

(1) *The material basis of Evolution* — Yale University Press (*Silliman Lectures*), 3me tirage, 1944.

*
* *

Je voudrais, pour conclure, examiner la place qu'occupent, à l'heure présente, dans le cadre que je viens de tracer, les idées de Lamarck.

Reconnaissons, sans mauvaise grâce, que, *telles qu'il les a formulées, elles sont maintenant insoutenables*. Il ne saurait plus être question d'une variation uniforme, générale et continue, des diverses espèces sous la seule action du milieu et par le simple effet de l'usage ou du non usage des organes, des habitudes et des besoins modelant l'organisme, en un mot d'une adaptation morphologique incessante et illimitée.

Dans le monde présent, et à l'échelle de nos observations et expériences les plus étendues, les espèces apparaissent pratiquement comme stables. Elles sont, au total, une réalité concrète, plus ou moins difficile d'ailleurs à définir et à délimiter. Les variations continues, plus ou moins amples, sous l'influence du milieu, — celles qu'envisageait Lamarck, et que montrent de façon particulièrement tangible, les végétaux, — n'ont qu'un caractère purement individuel, sans répercussion immédiate sur la lignée; les mutations, au contraire, qui sont sporadiques et discontinues, mais héréditaires, diversifient l'espèce. Il ne semble pas d'ailleurs qu'elles dépassent son cadre. En fait, la plupart sont peu viables et beaucoup ont un facies plus ou moins pathologique. On n'aperçoit pas qu'elles puissent, de façon générale, fournir à la sélection un matériel particulièrement efficace servant de base à l'Évolution.

D'autre part, l'adaptation morphologique et physiologique des organismes au milieu est une réalité tangible, qu'on a pu, il est vrai, exagérer parfois, ou concevoir d'une façon trop subjective, trop finaliste et même puérile dans le détail. S'il y a une conformité très étendue de la structure des organismes aux conditions de milieu où ils vivent, il y a aussi bien des dispositions anatomiques qui en sont indépendantes et apparaissent comme incohérentes. Par contre,

nombre de dispositions morphologiques sont des expressions parfaites d'adaptation rigoureuse et se présentent à l'esprit comme le seraient des outils spécialement conçus en vue d'un usage donné. Ce sont les *coaptations*, si bien étudiées par Lucien Cuénot; toutes ces dispositions se réalisent intégralement au cours du développement, préalablement à tout usage.

Comment concilier et interpréter tous ces faits, qui, en eux-mêmes, sont des réalités indiscutables et cela en écartant toute idée de création arbitraire et de finalité immanente et en se plaçant sur le terrain de la science positive et du déterminisme naturel général?

Il faut bien avouer notre impuissance présente à formuler une solution satisfaisante de ces grands problèmes, par l'observation de la nature actuelle et dans les limites de temps dont nous disposons. Lamarck lui-même faisait déjà appel à l'immensité de la durée pour concevoir la réalisation de ce qui échappe manifestement à ce que l'on peut appeler la biologie historique. Nous savons aujourd'hui que la vie s'étale, dans le passé, sur des durées énormes. La paléontologie, telle que nous la connaissons maintenant, nous révèle une longue série de faunes et de flores distinctes se succédant, des types divers y apparaissant, s'y transformant et dont beaucoup disparaissent finalement. Nous pouvons y saisir des exemples nets d'adaptations variées, comme dans la nature actuelle: nous y reconstituons des enchaînements de formes successives, qui font bien figure d'évolution, sans pouvoir cependant rattacher généalogiquement de façon indiscutable les divers types les uns aux autres. Nous voyons surtout *chaque groupe se diversifier et évoluer à son heure*, tandis que d'autres restent stables. Il est indéniable, par exemple, que la classe des Mammifères a subi sa grande évolution à l'époque tertiaire, tandis que les Reptiles avaient effectué et achevé la leur à l'époque secondaire.

On peut inférer de là, je crois, que la Nature actuelle ne nous fournit pas tous les éléments nécessaires pour résoudre de façon positive et complète le problème de l'Évolution et qu'il faut suppo-

ser, pour chaque groupe, une période où sa variabilité n'était pas identique à ce que nous constatons aujourd'hui. A des phases spéciales de cet ordre, les conceptions de Lamarck auraient peut-être trouvé leur justification; ces phases, en quelque sorte plastiques, paraissent aboutir, plus ou moins vite, à un état stéréotypé, qui est, dans une large mesure, celui de la Nature présente. Celle-ci ne nous fournit pas, à elle seule, l'explication totale de l'Évolution.

Il me paraît, en effet, bien difficile, sinon impossible, d'admettre que les structures à la fois si complexes et si complètement coordonnées et adaptées que nous constatons dans tous les types d'organismes soient le simple résultat du hasard incohérent de variations quelconques. Ni le lamarckisme originel, ni le darwinisme complété par la théorie des mutations, ne peuvent offrir à notre esprit une image satisfaisante de la réalisation de la nature vivante que nous observons.

Je n'ignore pas qu'une semblable réserve nous écarte terriblement du cadre rigide où nous placent, en principe, l'observation et l'expérience et que celle-ci, avec ses lois draconniennes, nous a déjà fourni finalement la solution rigoureuse de bien des problèmes où l'on était porté à écarter un déterminisme strict et normal. Je me borne à souligner la difficulté du problème, sans prétendre le résoudre et, d'autre part, la science contemporaine nous apprend que l'Univers nous offre une série d'échelles hiérarchisées des phénomènes ayant chacune leurs lois propres, qui ne peuvent faire prévoir celles en vigueur aux échelles supérieures. Le déterminisme de fait à l'une de ces échelles peut résulter d'une indétermination à l'échelle inférieure. Les lois du monde des électrons ne permettent pas d'induire *ipso-facto* celles du monde des atomes et des molécules. A chaque échelle nouvelle *émergent* des propriétés que l'échelle précédente ne manifestait pas. La réalisation de la vie a pu ainsi introduire des rapports et des conséquences qui n'existaient pas dans le monde purement minéral; ces phénomènes vitaux peuvent comprendre, dans le temps, des *intégrations* (au sens mathématique) qui n'apparaissent

point quand on est réduit, comme nous le sommes, à considérer l'élément *différentiel* que constitue le présent. Les conceptions de R. Goldschmidt que j'évoquais il y a quelques instants, et qui font appel au postulat des *mutations de système* se rattachent, sous une forme particulière, aux considérations que je viens de développer.

Je crois donc, sans m'étendre davantage sur ces conjectures malgré tout décevantes, que les conceptions de Lamarck, sous la forme stricte où il les a exprimées, appartiennent à un passé révolu, mais nous ne possédons certes pas encore la clé des immenses problèmes qu'elles ont posés et qu'elles entendaient résoudre et, dans les incertitudes actuelles où nous nous débattons, il reste une place, qui peut être considérable et même primordiale, pour l'ordre de solutions que Lamarck avait envisagé. Posons ce point d'interrogation devant l'avenir. La Nature, telle qu'elle existe, s'expliquait de façon satisfaisante avec la conception lamarckienne. Je me hasarde à dire qu'elle me paraît une énigme en dehors d'elles. Nous sommes en présence d'autres énigmes d'ailleurs et d'ordre plus général, telles que l'origine de la vie elle-même. L'avenir pourra-t-il les résoudre? Je n'en suis pas sûr, parce que nos méthodes scientifiques ne sont efficaces que par rapport aux phénomènes du présent et, comme je l'ai dit, il me semble que ceux-ci ne renferment pas, dans le domaine de la vie, toutes les possibilités du passé. Mais je tiens à affirmer catégoriquement aussi que cette attitude vis à vis de ce qui reste l'inconnu est une attitude d'attente et n'implique aucune adhésion de ma part à des solutions métaphysiques, ni à l'existence d'une puissance surnaturelle ordonnatrice. Ici me reviennent à la mémoire les propos qu'échangeaient, vers la fin du XIX^me^ siècle, à propos des problèmes que nous évoquons en ce moment, le physiologiste du Bois Raymond et Ernest Hæckel, le premier disant: *Semper ignorabimus*, le second, *Impavidi progrediamur*. Je me range délibérément à côté de Hæckel, pour marcher de l'avant.

Et en cela, je me range aussi à côté de Lamarck, qui allait impétueusement de l'avant.

C'est d'ailleurs le sort de toutes les théories scientifiques d'être plus ou moins rapidement dépassées par les faits. Comme nous l'avons vu, Lamarck, à son époque, était dans l'ignorance totale des processus essentiels de la reproduction, de la morphogenèse et de l'hérédité, qui nous sont aujourd'hui familiers et qui sont les bases obligatoires sur lesquelles doit être construit désormais le gigantesque monument de l'Évolution. Il reste à Lamarck d'avoir, par de larges intuitions, devancé son époque, d'avoir, le premier, repoussé l'idée de la création séparée des espèces et de leur immuable et primordiale fixité. Depuis bientôt un siècle, toute la pensée biologique, ses efforts, ses fluctuations, ses progrès, ont été centrés sur l'idée de l'Évolution, dont il est le père. Il reste donc un des grands fondateurs de la biologie moderne.

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

GUSTAVE MOUSSU

(1864-1945)

déposée en la séance du 1er juillet 1946,

PAR

M. ALBERT DEMOLON

Membre de l'Académie des Sciences.

I. — L'HOMME ET SA CARRIÈRE.

Né à St-Laurent en Gâtines (Indre-et-Loire), le 1er Janvier 1864, enfant de la Touraine, comme Bretonneau, Velpeau, Trousseau, G. Moussu semble avoir partagé à un haut degré, avec ces grandes figures médicales, non seulement les qualités d'observation pénétrante, mais encore l'harmonieux équilibre intellectuel et moral qui apparaît comme le reflet d'un terroir aux vastes perspectives, aux paysages variés où s'entremêlent bois, prairies et vignes, où nature et climat évoquent la « doulce France ».

GUSTAVE MOUSSU

1864 - 1946

G. Moussu

En 1885, il entrait comme élève à l'École Vétérinaire d'Alfort qu'il ne devait quitter qu'après plus de 40 années de services exceptionnels. Au début de sa carrière (1885-1890), il est répétiteur d'Anatomie et, de suite, il se livre à des recherches personnelles. Celles-ci mettent en évidence les qualités d'observateur de leur auteur qui trouve un organe nouveau dans une région déjà minutieusement explorée avant lui par de nombreux anatomistes.

A partir de 1891, devenu Chef de travaux de clinique et de Pathologie générale, il se consacre à des recherches physiologiques dans le domaine de l'Endocrinologie. Ces travaux devaient en quelques années lui assurer une renommée méritée.

L'ensemble de ces observations fut réuni par Moussu dans la thèse de doctorat en Médecine qu'il soutint en 1897 sous le titre: «*Recherches sur les fonctions thyroïdienne et parathyroïdienne*». Ce travail lui valut de devenir lauréat de la Faculté et de l'Académie des Sciences (Prix Philipeaux de Physiologie expérimentale). Quelques années plus tard, en 1901, ses travaux sur la circulation lymphatique firent l'objet de sa thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles; ils furent à nouveau récompensés par l'Académie.

En 1893, Moussu était devenu titulaire de la chaire des maladies du bétail nouvellement créée à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et pour laquelle il était tout désigné. Il fit preuve dans son enseignement des qualités de clarté et de précision qui lui étaient personnelles. Esprit positif, il ne cherchait pas à briller; il voulait avant tout être compris.

L'enseignement qu'on a parfois tendance à considérer comme absorbant inutilement le temps des chercheurs, eut en ce qui concerne Moussu une féconde répercussion en attirant son attention sur de nombreuses questions demeurées obscures. Sa fonction de professeur explique certainement qu'il sut échapper à cette spécialisation trop poussée qui empêche souvent d'examiner les faits avec l'ampleur de vue nécessaire à leur saine interprétation. Elle contribua également à l'orienter de plus en plus vers les applications. La moisson en fut riche.

En 1925 dans le discours qu'il prononçait comme Président à la Séance solennelle de l'Académie d'Agriculture, Moussu pouvait en effet dire avec quelque fierté:

« Nous ne sommes plus à l'époque où l'éleveur risquait d'assister, consterné, à la disparition brutale et rapide de ses espérances, voyait ses animaux succomber sous ses yeux sans que personne puisse en écarter le fatal destin.

La fièvre charbonneuse, le charbon symptomatique, le tétanos, la clavelée, le choléra des volailles etc..., ne sont plus des calamités comme dans le passé. La peste bovine, si néfaste à nos colonies, est sinon vaincue, du moins bien malade à son tour, puisque nous avons les moyens d'y parer et d'en limiter les méfaits.

Parmi les maladies parasitaires, la distomatose, le cauchemar de l'élevage de notre Sologne et de notre Berry, peut être évitée et combattue; de même les strongyloses et les piroplasmoses.

Il en reste malheureusement trop pour traduire encore notre impuissance, telles la fièvre aphteuse et la tuberculose pour ne citer que les plus redoutables... Il n'y a nul doute, qu'un jour viendra l'éclaircie qui mènera au but pour la prospérité de l'élevage »

Et il concluait par ce sage conseil: « Travaillons sans répit ».

Son ascension fut rapide. En 1901, il présida la Société Centrale de Médecine Vétérinaire et, en 1925, l'Académie d'Agriculture. Il fut Membre (1903) et Vice-Président (1920) de la Société de Biologie. Plusieurs Instituts Vétérinaires de l'étranger le nommèrent Membre d'Honneur et, en 1919, il devenait Professeur de Physiologie comparée à l'Institut National Agronomique.

Il siègea dans tous les Conseils et Commissions qui intéressaient l'élevage et fut chargé de diverses missions spéciales en raison de sa compétence. Il fut notamment Rapporteur des Commissions de contrôle des expériences sur la vaccination antiaphteuse par la méthode Doyen (1911) et de celles concernant la greffe animale suivant Voronoff effectuées dans le Sud Algérien à Lagouhat (1927).

Moussu fut sept fois lauréat de l'Institut et quatre fois de l'Académie de Médecine. C'était là un brillant palmarès. Mais il ne se lais-

sa jamais griser par le succès. Dédaigneux des honneurs et d'une parfaite probité scientifique, il poursuivit toute sa carrière suivant la ligne qu'il s'était tracée. Sa démarche un peu pesante, mais cadencée et régulière, traduisait son caractère volontaire et persévérant. Il n'hésita pas à défendre courageusement à chaque occasion ce qu'il croyait être le vrai ou le juste, sans souci de ses intérêts personnels et des heurts qu'il pouvait provoquer. Il le fit toujours objectivement, sans violence, sans élever la voix, mais avec toute la force persuasive qu'il puisait dans sa conviction. On a pu lui reprocher d'avoir parfois manqué de souplesse, mais il ne put jamais s'accommoder de ce qui aurait pu lui paraître un abandon ou une capitulation et ceci est tout à son honneur.

Sous un abord un peu froid, se cachait sa bienveillance et sa simplicité naturelles. A chaque occasion, il sut se pencher sur la misère des humbles, réconforter les jeunes par quelques paroles paternelles et le petit personnel de l'École d'Alfort, qui avait trouvé en lui un défenseur compréhensif, voulut être le premier à lui exprimer son affection et sa gratitude dans une manifestation spontanée lors de sa mise à la retraite.

Présenté pour la première fois en 1917, G. Moussu fut élu à l'Académie des Sciences en 1934 dans la Section d'Économie rurale où l'École d'Alfort avait déjà été dignement représentée en 1868 par un de ses maîtres les plus respectés, le pathologiste Bouley. A partir de 1846, ladite section avait cessé d'être désignée: « Économie rurale et Art Vétérinaire »; mais l'Académie manifestait ainsi que, fidèle aux idées de Boussingault, elle ne modifiait pas ses conceptions et ses traditions quant au choix des hommes qu'elle appelait à elle.

Lorsqu'en 1935 la Société de Médecine vétérinaire pratique de France, sous la présidence de notre Confrère, M. le Professeur Leclainche, célébra son cinquantenaire professionnel et que furent affirmées, une fois de plus, l'estime et la reconnaissance de ses anciens élèves, Moussu, dans ses remerciements, s'exprimait ainsi, non sans mélancolie: « Je n'ai pas encore perdu le goût du travail. Depuis un

certain temps, j'ai eu tendance à m'offrir de légères défaillances de mémoire en songeant à l'âge que j'avais réellement. Aujourd'hui, c'est une des dernières illusions qui s'envole. C'est le revers de la médaille de ce cinquantenaire; mais je vous le déclare tout net, je ne le regarderai pas souvent».

Quelques années plus tard, il se retira dans sa vieille maison familiale de St-Laurent en Gâtines. La baisse continue de sa vue l'obligeait à se faire accompagner et il ne vint plus que rarement à Paris.

Après une carrière si bien remplie, il aurait pu, la conscience tranquille, goûter un repos complet; mais sa remarquable activité ne s'en fut point accommodée et jusqu'à ses derniers jours il ne cessera de mettre ses connaissances étendues et son autorité exceptionnelle au service de ses compatriotes tourangeaux. Il mourut au milieu d'eux, le 16 Octobre 1945, ayant conservé toute sa lucidité d'esprit et sa sérénité d'âme, n'ayant qu'un regret celui de n'avoir pu servir davantage encore.

Quand on parcourt la longue liste des services rendus par Moussu à notre Agriculture, avec les moyens trop limités dont il a disposé, on peut présumer de ce qui aurait pu être fait si notre Administration de l'Agriculture s'était résolument engagée dans la voie que lui traçait E. Tisserand en 1916 dans un rapport sur la «situation de la recherche agronomique en France», approuvé à l'unanimité par l'Académie des Sciences et transmis au Gouvernement.

Le Professeur Moussu laisse le souvenir d'un Maître écouté et estimé qui sut mettre avec succès la Science au service de la Profession vétérinaire et de notre élevage. Il n'eut point souhaité un plus bel hommage rendu à sa mémoire.

II — L'ŒUVRE.

I° — *L'Anatomiste*.

En 1888, Moussu, au cours d'études d'anatomie comparée chez les différents animaux domestiques, fut frappé d'une disposition particulière des ramifications du nerf buccal chez le bœuf, disposition qui différait totalement de celle connue chez le cheval. L'origine, le trajet récurrent et le mode de distribution de l'une de ces ramifications lui donnèrent à penser qu'il se trouvait en présence d'un nerf exclusivement glandulaire à fonction excitomotrice. C'était une découverte très intéressante qui éclairait d'un jour nouveau l'anatomie et la physiologie du système salivaire des ruminants. En 1888, il précisa la description de ce nerf:

« Le nerf parotidien, dépendance du buccal, est constitué par un cordon de 1 à 2 millimètres de diamètre, lequel s'accole intimement au nord supérieur du canal de Sténon en avant du masséter, pour accomplir ensuite un trajet récurrent jusqu'à la glande parotide qu'il aborde par sa face profonde ».

Comme il était à prévoir que la disposition rencontrée chez le bœuf existait également chez les autres animaux domestiques, il en fit la recherche chez le cheval, le mouton, le porc et chez tous il découvrit (1889) des filets nerveux qui n'avaient jamais été signalés et qui sont les nerfs excito-secrétoires propres de la glande parotide.

Il restait à rechercher si les autres glandes salivaires et surtout les glandes molaires inférieures, qui sont si développées chez les herbivores, possédaient des nerfs analogues. Il démontra de façon très nette que chez le bœuf, le mouton et le chien, il existe un nerf excito-secrétoire des glandes molaires inférieures qui, chez tous, est une émanation du nerf buccal. La conséquence de cette découverte fut de conclure que, à l'inverse de ce qui était universellement admis, la glande molaire inférieure n'était pas une glande à sécrétion séreuse, mais bien une glande à sécrétion visqueuse et que, dès lors, elle devait rentrer dans le groupe du système salivaire antérieur.

Un dernier mémoire établit que l'origine réelle des nerfs excito-sécrétoires se trouve dans la racine motrice du trijumeau et non dans le facial.

Ainsi se trouvaient heureusement complétées nos connaissances sur le mécanisme des phénomènes d'insalivation.

2° — *Le Physiologiste*.

Lorsque Moussu commença, en 1890, ses études sur la fonction des glandes thyroïdes, cette question était encore très confuse tant au point de vue de l'anatomie que de la physiologie; c'est pour arriver à lui donner une solution définitive qu'il entreprit de nombreuses recherches tout à la fois chez l'homme et chez les animaux domestiques.

Moussu montra le rôle distinct de la glande thyroïde et des parathyroïdes. Ces dernières étaient à l'époque considérées comme de simples annexes des premières, Gley ayant remarqué qu'elles augmentaient de volume après extirpation du corps thyroïde. Or Moussu constate qu'elles sont histologiquement différentes; d'autre part, opérant non seulement chez les Mammifères mais aussi chez les Oiseaux, il établit l'origine exacte de deux formes principales du crétinisme: myxoedémateux dans certains cas, atrophiques dans d'autres. Alors que la tyroïdectomie détermine des troubles de croissance, spécialement le crétinisme myxoedémateux compatible avec une survie assez longue surtout chez les adultes, les parathyroïdes se montrent indispensables à la vie des diverses espèces domestiquées qui succombent à leur ablation en présentant des accidents aigus de tétanie avec tachychardie nettement différents de ceux enregistrés dans le cas précédent. Cette découverte eut un grand retentissement et fut à l'origine de recherches postérieures qui éclairèrent les conditions d'intervention chirurgicale dans cette région de l'organisme. Désormais le premier devoir du chirurgien apparaissait avant tout de rechercher et de respecter les parathyroïdes dans les opérations du goitre pour éviter les accidents aigus.

Si l'originalité de ces vues a pu être contestée, si d'autres, les Italiens surtout, ont apporté dans cette question leur part contributive, il fut reconnu que l'idée première appartenait bien à Moussu et Laulanié, l'un des Maîtres de la Physiologie française a pu écrire dans la 2me édition de ses « Éléments de Physiologie » parue en 1925 : « Des faits établis, il résulte que l'on peut à volonté produire soit des troubles trophiques, soit des troubles nerveux selon que l'on extirpe isolément les thyroïdes ou les parathyroïdes. Cette notion constitue un grand progrès dont le mérite appartient incontestablement à Moussu ».

En 1899 Moussu porte son attention sur les Lois de la circulation lymphatique périphérique. A cette époque régnaient deux théories opposées pour expliquer l'origine de cette lymphe. La plus ancienne, celle de la transsudation plasmatique sous l'influence des variations de la pression vasculaire et celle de la sécrétion défendue par Heidenhain. Expérimentant sur le cheval, il montre dans une série de communications à la Société de Biologie (1900-1901) que la lymphe n'est pas simplement le résultat de l'exsudation du plasma sanguin à travers la paroi des capillaires, mais qu'elle est surtout un produit d'élaboration des tissus en rapport avec leur activité biologique. Il était intéressant de rechercher comment se comportent les toxines microbiennes. Opérant chez le cheval avec la tuberculine qui est hypertensive, et la toxine diphtérique qui est au contraire hypotensive, Moussu obtient des effets comparables sinon identiques dans les deux cas, c'est-à-dire une augmentation considérable de la circulation lymphatique liée au travail de défense de l'organisme. L'appareil lymphatique constitue donc à un certain point de vue un appareil d'excrétion.

3° — *Le Pathologiste*.

Tuberculose : Moussu a consacré une bonne part de son activité à l'étude de la tuberculose. Voulant se rendre compte de l'aptitude des diverses espèces domestiques à contracter la tuberculose par

cohabitation, il aménage un local où des bovins reconnus indemnes à l'épreuve de la tuberculose sont mêlés à des congénères à différents degrés de tuberculose. Des cloisons incomplètes délimitent dans la même étable un enclos pour des chèvres et un enclos pour des moutons. Après 4 ans d'observations, Moussu peut affirmer la contagion immédiate par cohabitation et aussi la contagion immédiate par l'intermédiaire de l'air. Les bovins et les porcs se contaminent facilement par cohabitation, les chèvres et surtout les moutons ne deviennent tuberculeux qu'après un long séjour dans les locaux infectés.

Convaincu de l'identité des tuberculoses humaine et bovine, Moussu fut naturellement amené à se préoccuper du danger d'infection par le lait des vaches tuberculeuses. A quel moment ce lait contient-il des bacilles et devient-il dangereux? On pensait que seul est à redouter le lait fourni par une mamelle malade; Moussu, après Bang et Moller, montre que des laitières ne présentant aucun signe clinique de tuberculose, ayant des mamelles paraissant saines, mais réagissant à la tuberculine, éliminent des bacilles par le lait. On les met en évidence par la centrifugation d'une assez grande quantité de lait et en inoculant le dépôt à des cobayes. Des veaux nourris avec le lait de telles vaches, pendant un temps suffisamment prolongé, deviennent tuberculeux. On conçoit l'importance de semblables constatations pour l'hygiène humaine, particulièrement pour l'hygiène de l'enfance et la nécessité de n'admettre comme lait destiné à être consommé cru que celui provenant d'animaux reconnus indemnes de tuberculose.

En collaboration avec M. Monvoisin (1907), Moussu établit en outre que le lait fourni par les laitières tuberculeuses présente des variations de composition qui sont toujours dans le même sens, et qui, cela était facile à prévoir, trouvent leur maximum dans les cas des lésions spécifiques de la mamelle. Ces variations se caractérisent par la diminution ou la disparition du lactose, la diminution de la matière grasse, l'augmentation des matières salines, etc... D'où il

résulte que le lait de laitières tuberculeuses est dangereux à la fois par sa virulence et, au point de vue alimentaire par sa composition chimique anormale.

La méthode de diagnostic de la tuberculose chez les bovins au moyen de la tuberculine en injection sous-cutanée, nécessitait certaines modifications pour qu'elle fut acceptée par les éleveurs sans qu'ils y soient contraints. En particulier il fallait chercher à supprimer l'immobilisation des animaux à l'étable, les prises répétées de la température et éviter les inconvénients suivant l'injection sous-cutanée de la tuberculine, la diminution temporaire du lait chez les laitières, par exemple. Une de ces modifications les plus heureuses dérive de la cutiréaction de Von Pirquet; c'est l'intradermoréaction que Moussu fit connaître, en 1908, en collaboration avec le Dr Mantoux.

Moussu a appliqué celle-ci aux animaux domestiques en choisissant des lieux d'injection appropriés: pli caudal chez les bovins, oreille chez les porcs; mais de toutes les places, celle qui donne lieu à la réaction la plus facile à constater, c'est la paupière inférieure. Si l'animal est tuberculeux, l'intrapalpébroréaction se traduit par un aspect d'œil poché du côté opéré. Le contraste avec l'œil sain est tellement marqué que l'observateur le moins exercé ne peut se tromper. Cette technique est applicable aux fébricitants; elle ne provoque pas de diminution de rendement laitier, pas d'aggravation de l'état des malades, parce que la dose de tuberculine utilisée est trente à quarante fois moins forte que dans l'ancien procédé de l'injection sous-cutanée.

Moussu a, comme beaucoup d'autres, essayé d'immuniser contre la tuberculose. Bien que ses tentatives n'aient pas abouti à un résultat satisfaisant, il convient de les rappeler brièvement. Il s'est servi de bacilles tuberculeux traités par le chlore de façon à en modifier la constitution et notamment l'acido-résistance, sans obtenir autre chose, chez les animaux auxquels il les injecte, qu'une résistance plus grande à l'infection. Puis modifiant la technique d'Heymans, Moussu a cherché à produire un état réfractaire des bovidés en

introduisant dans leur cavité abdominale une culture tuberculeuse vivante enfermée dans une bougie poreuse. Les substances diffusant à travers le filtre se répandent dans le corps du sujet. Tant que la culture est en place, l'animal réagit à la tuberculine, mais cette imprégnation, même prolongée par les produits tuberculeux diffusibles, ne l'immunise pas d'une façon suffisante pour qu'il résiste à la contagion.

A la suite du Congrès International de la Tuberculose tenu à Paris en 1905, le Professeur allemand Behring avait annoncé qu'il était sur le point de trouver la vaccination antituberculeuse et le remède spécifique de la tuberculose. Des expériences de contrôle de sa méthode, avec son vaccin, furent entreprises dans tous les pays d'Europe, et en France dans ce qu'on a appelé «l'expérience de Melun». Cette expérience, très grosse de conséquences possibles, fut réalisée sur des bovidés. Elle sembla tout d'abord présenter un résultat favorable; et ce résultat fut annoncé à la suite des premières autopsies pratiquées trop prématurément pour une maladie de cette allure.

Se basant sur son expérience personnelle en la matière, acquise par des essais infructueux, il est vrai, mais poursuivis depuis des années, Moussu fit remarquer, en qualité de Membre de la Commission de contrôle, que la durée d'expérimentation était notoirement beaucoup trop courte, que ce n'était pas en six mois que l'on jugeait pareil problème. Et il obtient que des animaux fussent conservés plus longtemps.

La fin de l'expérience donna pleinement raison à ses réserves. Les prétendus vaccinés conservés une année complète en observation furent trouvés cliniquement et gravement tuberculeux.

Plus tard, le problème entra dans une nouvelle phase avec Calmette et Guérin. La question de l'efficacité de la vaccination chez les animaux par leur bacille bilié avirulent (B. C. G.) apparaissait à Moussu comme non définitivement tranchée. Il regrettait qu'une grande expérience de démonstration n'ait pas été instituée en Fran-

ce. Il se posait la question de l'immutabilité de ce vaccin vivant et de la possibilité pour lui de redevenir virulent dans l'organisme. Il lui fut répondu et nous nous bornerons ici à relater cette controverse. De telles discussions ont toujours marqué l'évolution scientifique; elles doivent être considérées comme une manifestation du droit de libre critique. L'histoire montre qu'elles n'ont jamais nui, bien au contraire, à l'établissement de la vérité avec le recul du temps.

Paratuberculose: Dans certains pays étrangers et en France, spécialement en Normandie, les bovins sont parfois atteints d'une entérite entraînant la mort par épuisement rapide qui a été prise pour de la tuberculose intestinale. On trouve, en effet, dans les ganglions et dans les parois de l'intestin, en grande quantité, un bacille acido-résistant, ressemblant au bacille tuberculeux. Cependant ce microbe est bien différent du bacille tuberculeux vrai puisqu'il ne produit jamais de tubercules, qu'il est inoffensif pour le lapin et pour le cobaye et que les animaux malades de cette entérite ne réagissent pas à la tuberculine. Moussu confirmant les travaux de Johne, de Twort et Ingram, de Marcus, d'Overbeck, de Bang, sépara cette affection de la tuberculose et la nomma paratuberculose des bovidés. Le traitement restait à trouver.

La distomatose et autres maladies parasitaires: Les recherches de Moussu sur la Distomatose ou cachexie aqueuse, en collaboration avec Railliet et Henri (1911), ont conduit à la première méthode de traitement efficace de la maladie de la douve. Cette grave épizootie entraînait en France la perte d'un grand nombre de moutons et de bovins, surtout dans les années pluvieuses et, en 1910, des troupeaux entiers d'ovins avaient été décimés en Berry et en Sologne, perdant parfois 85 pour cent de leur effectif.

Jusqu'à cette époque les animaux contaminés étaient considérés comme incurables, car il était impossible de tuer les parasites du foie sans porter gravement atteinte à l'organisme lui-même. Les

cultivateurs n'avaient d'autre ressource que de se débarrasser de leurs animaux à vil prix en les livrant à la boucherie.

Le traitement curatif fut basé sur l'emploi par la voie digestive de l'extrait éthéré de fougère mâle. Ce produit se montra très supérieur à tous les autres antihelminthiques connus; après quatre ou cinq jours de traitement, le résultat était acquis et la guérison n'était plus qu'affaire de temps et de régime alimentaire. Mais il se montra indispensable que l'extrait soit titré avec un minimum de 15 p. cent de principes actifs. Peu après que ces résultats eurent été annoncés à l'Académie des Sciences, une maison allemande lançait à travers le monde une spécialité, la «*Fascioline*», avec une réclame savante tendant à faire croire qu'il s'agissait d'une découverte allemande. Seule l'était l'exploitation industrielle du procédé trouvé par Moussu et ses collaborateurs.

En même temps furent établies les conditions d'une prophylaxie efficace et pratique, basées sur l'épandage de chaux vive en poudre sur les paturages humides. L'eau de chaux tue les embryons des douves présents à la surface du sol et le cycle évolutif du parasite est ainsi rompu. Toutes ces conclusions furent confirmées dans la pratique agricole, au grand bénéfice de notre élevage.

La *piroplasmose bovine* est causée par un hématozoaire inoculé par des tiques. En France elle est loin d'être aussi fréquente et aussi redoutable que dans les régions tropicales. Elle tuerait cependant chez nous, dans certaines régions, un nombre non négligeable d'animaux. A la suite des communications d'Ehrlich et de Nuttal sur l'action parasiticide des matières colorantes, Moussu montra que l'injection intraveineuse de trypanbleu constituait une véritable médication spécifique de la piroplasmose bovine française. Pour éviter que les animaux importés de France dans l'Afrique du Nord soient atteints des formes graves de l'affection, Moussu conseilla de les inoculer préalablement et de les traiter par le trypanbleu 5 à 8 jours après cette inoculation. — Les sujets guérissent rapidement et résistent ensuite aux formes plus sévères quand ils séjournent dans les pâturages algériens ou marocains.

Il faut encore citer toute une série d'observations relatives à des maladies parasitaires qui, tout en intéressant surtout l'éleveur, ne sont pas sans intérêt scientifique: Filariose hémorragique, coccidiose intestinale des agneaux (en collaboration avec Marotel), sarcosporidiose du cheval (en collaboration avec Coquot), strongylose gastro-intestinale du mouton. Sur toutes ces questions, il apporta ses observations personnelles utiles à la fois pour éviter des erreurs de diagnostic et pour que les mesures sanitaires indispensables soient prises à bon escient.

Fièvre aphteuse: Moussu a fourni sur cette question une série de rapports qui n'apportèrent d'ailleurs que des résultats négatifs bientôt tombés dans l'oubli. Il a exposé d'abord les expériences poursuivies en Normandie par la méthode Prévost. Puis en 1912, celles organisées à Mantes pour contrôler la méthode de traitement du Dr Doyen par la panphagine.

Plus tard la face du problème changea et Moussu ne s'en désintéressa point. Il fit connaître son opinion sur la notion de pluralité des virus et ses conséquences. Il fixa les conditions expérimentales à adopter dans une expérience de contrôle des méthodes de vaccination pour qu'elle ait une valeur probante.

4° — *Le Professeur*.

Dans son enseignement, dédaignant les effets oratoires et tout ce qui n'était que pure érudition, Moussu cherchait à faire ressortir de façon précise, les points essentiels que l'étudiant ne devait pas oublier. Formé à l'École d'un Maître hors de pair, Trasbot, il affirma dans ses leçons cliniques une maîtrise particulière. A une observation pénétrante s'alliait chez lui un sens critique aiguisé et un jugement sûr; il excellait à discerner le symptôme ou la lésion caractéristiques, conduisant à un diagnostic exact dont la simplicité étonnait souvent ses élèves. Il forma ainsi de nombreuses générations de praticiens instruits aimant et honorant leur métier. A ce titre

comme à d'autres, G. Moussu fut incontestablement un grand serviteur de la Profession vétérinaire.

Dans ses leçons, il porta ses efforts sur un grand nombre d'affections mal étudiées qui faisaient subir des pertes quotidiennes un peu partout. Cet enseignement nouveau s'est reflété dans le « Traité des maladies du gros bétail » paru en 1902 (Vigot Frères, éditeur) et qui connut sa 5e édition en 1928. Moussu y laissait de côté les maladies contagieuses qui avaient fait l'objet d'un ouvrage de Nocard et Leclainche.

« J'ai fait précéder chaque série de maladies — écrivait l'auteur — d'un exposé sémiologique des systèmes anatomiques et organiques passés en revue parce que j'ai la conviction que le groupement méthodique des symptômes est obligatoire pour arriver au diagnostic précis; et, comme la conduite scientifique du praticien dépend exclusivement de ce diagnostic, on ne saurait y attacher trop d'importance ».

Ce livre dont la dernière partie est consacrée à la médecine opératoire enrichie par Moussu de techniques nouvelles, devint l'instrument de travail journalier du praticien. Il fut traduit en anglais, en italien, en espagnol, ce qui atteste la faveur avec laquelle il fut accueilli à l'étranger: Un manuel vint ultérieurement vulgariser l'ouvrage pour les agriculteurs.

Trois autres ouvrages spéciaux furent consacrés par Moussu aux maladies du porc, à celles du mouton, et des animaux de basse-cour.

5° — *L'Économiste*.

Notre approvisionnement en viande fit l'objet de nombreuses communications de Moussu à l'Académie d'Agriculture; Dès 1911 il avait été frappé par les emmagasinements effectués outre-Rhin et il était hanté par la vision d'une guerre qu'il jugeait imminente. La Direction du Ravitaillement militaire en était restée au principe condamné des parcs à bétail et des troupeaux en marche à la suite des

armées. Moussu déclarait avec insistance qu'il eut fallu donner de l'extension à notre industrie frigorifique, créer des entrepôts, constituer des réserves, réformer nos pratiques arriérées en matière de commerce de bétail et de viandes abattues.

Pour Moussu nos colonies de Madagascar et de l'A. O. F., riches en gros bétail, étaient capables non seulement de subvenir à tous nos besoins en viande mais même d'être exportatrices. Des raisons économiques et sanitaires s'opposant à l'introduction de bétail vivant, il fallait recourir aux viandes congelées et par conséquent développer notre industrie frigorifique. A cet égard Moussu peut être considéré comme un précurseur; les suggestions qu'il formula dans ses communications et rapports furent suivies de quelques progrès, fort insuffisants d'ailleurs. Aujourd'hui encore, après une guerre qui a réduit notre cheptel national et nos ressources de toute nature, se pose la question de la préparation d'un stock de sécurité pour assurer la soudure de 1947, dans des conditions absolument comparables à celles qui, il y a trente ans, avaient conduit Moussu à des conclusions pleines de sagesse dont notre organisation aurait pu bénéficier plus largement.

*
* *

Chercheur né, travailleur infatigable, clinicien remarquable plutôt qu'homme de laboratoire, Moussu laisse une œuvre qui couvre un champ très étendu. Aucun des multiples aspects de l'économie rurale ne lui fut étranger. Aussi n'est-il pas surprenant qu'il ait laissé sans solution définitive bien des questions qu'il fut amené à aborder au cours de sa laborieuse carrière. Mais par ses observations personnelles, il contribua à préciser sur des bases scientifiques les grands problèmes intéressant notre élevage. A côté d'une féconde moisson dans le domaine des applications, plusieurs découvertes marquantes classent Moussu parmi les savants dont peut s'honorer la Science Française.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

C. R. de l'Académie des Sciences.

1901 — t. 132 : Action du mucus sur l'organisme (avec M. Charrin), p. 164.
Propriétés coagulantes du mucus. Origines et conséquences (avec M. Charrin), p. 578.

1902 — t. 135 : Transmission expérimentale aux descendants des lésions développées chez les ascendants (avec MM. Charrin et Delamare), p. 189.
Recherches physiologiques sur les effets de la sympathicectomie cervicale (avec M. Charrin), p. 1008.

1903 — t. 137 : Les conditions spéciales de la circulation dans les glandes en activité (avec M. J. Tissot), p. 1084.

1904 — t. 138 : Détermination de la valeur des combustions intra-organiques dans la glande parotidienne du bœuf pendant l'état de repos et l'état d'activité (avec M. Tissot), p. 171.

1905 — t. 140 : Physiologie de la rate (fonction biligénique) (avec M. Charrin), p. 1118.

1907 — t. 145 : Cultures de tuberculose *in vivo* et vaccination antituberculeuse, p. 952.
Action du chlore sur le bacille tuberculeux (avec M. Goupil), p. 1231.
Propriétés physiologiques des bacilles tuberculeux chlorés (avec M. Goupil), p. 1359.

1908 — t. 146 : Action tardive des dérivés bacillaires chlorés (avec M. Goupil), p. 44.

1908 — t. 147 : Étude sur l'action immunisante des dérivés bacillaires chlorés (avec M. Goupil), p. 87.
Sur l'intra-dermo-réaction à la tuberculine chez les animaux (avec M. Ch. Mantoux), p. 502.

1911 — t. 152 : Recherches sur le traitement et la distomatose du Mouton (avec MM. Henry et Railliet), p. 1125.

1913 — t. 156 : Recherches expérimentales sur le développement de la Douve hépatique (*Fasciola hepatica* L.) (avec MM. Henry et Railliet), p. 95.

1926 — t. 183 : Glycémie normale chez les Bovidés. Glycémie et maladie vitulaire chez les vaches laitières (avec M. R. Moussu), p. 431.

C. R. de l'Académie d'Agriculture.

1908 — Sur l'intra-dermo-réaction à la tuberculose, p. 699.

1911 — La cachexie aqueuse du mouton, p. 143.
Sur le traitement de la distomatose, p. 406.

1912 — Étude d'un parasite découvert dans les tissus fibreux des viandes des animaux de l'espèce bovine, p. 799.

1913 — A propos des frigorifiques militaires et du ravitaillement de l'armée, p. 36.
Les viandes frigorifiques et importations étrangères, p. 63.
Sur l'importation des viandes étrangères réfrigérées et congelées, p. 78.

1914 — Les piroplasmoses bovines et leur traitement (fièvres du Texas, jaunisse maligne etc. . . .), p. 433.
Nouveaux modes d'emploi de la tuberculine pour le diagnostic de la tuberculose chez les bovidés, p. 535.

1915 — Sur l'importance économique des approvisionnements en viandes conservées, p. 54.
Conserves des armées, pp. 56 et 668.
Importation des viandes frigorifiées, p. 183.
Question des viandes d'approvisionnement, p. 279.
Abattage des veaux femelles, p. 312.
Approvisionnement en viandes de Paris en 1870 et 1914, p. 497.
Alimentation des troupes en campagne, p. 672.

1916 — Troupeau bovin après une année de guerre, p. 27.
Vente du lait écrémé, p. 170.
La tuberculination du troupeau de Paris en 1915, p. 452.
L'abattoir moderne, p. 810.
Lait écrémé dans l'alimentation des adultes, p. 1016.

1917 — La tuberculose chez la chèvre, p. 341.
Problème de la viande, pp. 794 et 965.

1918 — Peste bovine en Afrique Occidentale française, p. 194.
Fonctionnement de l'usine de Lyndrans (Sénégal), p. 394.
Lutte contre la peste bovine aux Colonies, p. 427.
Organisation sanitaire vétérinaire en A. O. F., p. 447.
Le troupeau français après trois ans de guerre, p. 474.
Utilisation des viandes marquées comme impropres à être mises à l'étal des boucheries, p. 553.
Ravitaillement alimentaire et le bétail, pp. 596, 674, 683.

1919 — Le traitement de la distomatose, p. 60.
Élevage dans l'Afrique du Nord, p. 293.
Le bétail de l'A. O. F., p. 301.
Sur les viandes de l'A. O. F., p. 314.
Ravitaillement civil en viande de l'Allemagne, p. 370.
Importation de la viande en A. O. F., p. 512.
Vente de chevaux galeux de l'armée, p. 679.
Réglementation de la monte des taureaux, p. 949.

1920 — Organisation du Bureau de l'industrie animale aux E. U., p. 31.
Nature microbienne et vaccinothérapie spécifique de la fièvre aphteuse, p. 802.
Cheptel ovin en Algérie, p. 945.

1921 — Abattage des veaux femelles et avenir du cheptel bovin, p. 35.

1922 — Maladie du porcelet à la suite de la sécheresse, p. 531.
Echtyma contagieux de lèvres du mouton (maladie du chancre), p. 831.

1923 — Conservation des denrées périssables par le froid, p. 82.
Exportation du bétail Charolais dans l'Amérique du Sud, p. 104.
Commission de ravitaillement dans l'Yonne pendant la guerre, p. 636.

1924 — Tuberculose — Sa prophylaxie, pp. 127, 283, 289, 550.
Greffe annuelle, son application au cheptel, p. 932.

1925 — Expérimentation sur l'alimentation du bétail, pp. 308, 409, 474, 569, 642, 665, 781, 829, 831, 861.

1928 — Greffe animale chez le troupeau ovin d'Algérie, p. 74.
Les assolements et la lutte contre les cachexies, p. 889.
Traité des maladies du gros bétail, p. 1187.
Vaccination antituberculeuse, p. 1237.

1929 — Fièvre aphteuse, p. 664.
Machines à traire et maladies des mamelles des vaches laitières, p. 796.

1930 — Rapport de section sur la vaccination antiaphteuse, p. 956.
Troupeau ovin algérien, p. 1035.

1931 — Vaccination antituberculeuse par le B. C. G., pp. 664-767 et 821-979, 1000.

1932 — De l'emploi de la tuberculine dans le diagnostic de la tuberculose et en police sanitaire, p. 54.

1934 — Sur le zèbre du Nord de Madagascar, p. 1019.
Sur la vaccination antiaphteuse par la méthode J. de Lignière, p. 1044.

1935 — L'élevage du pur sang au Brésil, p. 446.
Sur l'élevage colonial, p. 456.

1937 — Tuberculose bovine et assurances mutuelles contre la mortalité du bétail, pp. 29-203.
Sur la fièvre aphteuse, p. 1042.

Recueil de médecine vétérinaire.

Mars 1887 — Fistule urétrale consécutive à une amputation de la verge chez le chien.

Décembre 1889 — Du mécanisme des fractures de la colonne vertébrale chez le cheval.

Août 1896 — Traitement de l'actinomycose maxillaire chez le bœuf.

Février 1897 — Le pneumo-thorax chez les bovidés. — Ses causes et ses variétés.

Août 1897 — Hydropneumothorax d'origine actinomycosique.

Février 1898 — Alopécie généralisée d'origine séborrhéique chez le bœuf.

Février 1900 — Broncho-pneumonies infectieuses d'origine utérine.

Juin	1900 — Enquête de contrôle sur des tentatives de vaccination antiaphteuse effective en Normandie (Méthode Prévost).
Avril	1901 — Broncho-pneumonies chez les veaux de lait.
Août	1901 — De l'intervention chirurgicale dans les péricardites exsudatives chez le bœuf.
Février	1902 — Tumeurs du naso-pharynx chez les bovidés.
Juillet	1902 — Cystite calculeuse chez les agneaux soumis à l'engraissement intensif.
Novembre-Décembre	1902 — Maladies des agneaux — Pica et cysticercose péritonéale.
Février	1903 — Broncho-pneumonies infectieuses des agneaux.
Septembre	1903 — Péritonite enkystée par corps étranger.
Décembre	1903 — Pseudo-péricardite par tumeur kystique du médiastin.
Septembre	1904 — Rupture double des muscles jumeaux de la jambe.
Juillet	1905 — Actinomycose diffuse de la face chez le bœuf.
Décembre	1905 — L'évolution des mammites tuberculeuses et le lait des vaches tuberculeuses.
Mars	1906 — Sur les hernies abdominales spontanées progressives chez les bêtes bovines.
Septembre	1906 — Tumeurs des cavités nasales chez les bovidés.
15 Novembre	1906 — Le bilan de la vaccination et de la sérothérapie antituberculeuses en 1906.
Juillet	1907 — La papillomatose de l'œsophage chez les bovidés.
Septembre	1907 — L'empoisonnement du mouton par le « Galega officinalis ».
Décembre	1907 — Tuberculose en culture *in-vivo* et vaccination antituberculeuse.
Février	1908 — Malformations génitales et mucométine chez les jeunes femelles bovines.
Août	1908 — Cancer épithélial généralisé d'origine caudale chez le bœuf.
Septembre	1909 — De la lutte officielle contre la tuberculose du bétail.
Janvier	1910 — Parasitisme accidentel de la mamelle chez la vache.
Mars	1910 — Linguatulose naturelle mortelle chez la chèvre.
Juin	1910 — De la lutte contre la tuberculose du bétail. Prophylaxie sanitaire officielle. Prophylaxie par les assurances mutuelles, syndicats et sociétés d'élevage.
15 Avril	1911 — Essais de traitement de la distomatose.
15 Juin	1911 — La diarrhée chronique (entérite paratuberculeuse) des bovidés.

15 Juin	1911 — L'entérite paratuberculeuse des bovidés.
15 Septembre	1911 — La fièvre aphteuse et son traitement par la méthode Doyen.
Novembre	1911 — Le marché de la Villette et la dissémination des maladies contagieuses du bétail. Nécessité d'une réforme du commerce du bétail.
15 Février	1912 — Le traitement de la piroplasmose bovine française.
Juin	1912 — Lympho-sarcome de l'entrée de la poitrine chez les bovidés.
Mars	1913 — Infestations parasitaires multiples simulant la pneumo-entérite infectieuse chez les porcelets.
Mai	1913 — Enzootie de gale chorooptique chez le mouton.
Septembre	1913 — La péricardite par corps étranger peut-elle guérir spontanément?
Novembre	1913 — Le traitement des broncho-pneumonies vermineuses chez les bovidés.
15 Février	1914 — Sur le traitement de la distomatose.
15 Juillet	1914 — Tuberculine et tuberculination.
Janvier-Février	1916 — Les viandes congelées pour la population civile.
15 Février	1916 — Le troupeau bovin français après une année de guerre.
20 Mars	1916 — Cancer de la queue chez la vache.
15 Mai-15 Juin	1916 — La fièvre aphteuse.
Août	1921 — Hémophilie chez les parturientes de l'espèce bovine.
Décembre	1922 — Un cas d'infantilisme chez l'espèce bovine.
Janvier	1923 — Ecthyma des lèvres chez le mouton (Péristomatite contagieuse).
Avril	1924 — Tuberculose bovine et lutte antituberculeuse.
Septembre	1924 — Un cas remarquable de tuberculose bovine chez une bête ayant reçu du B. C. G. comme vaccin.
Janvier	1925 — Sur la vaccination antituberculeuse.
Février	1925 — Accidents mortels par perforation rectale chez les bovidés.
Janvier	1926 — Intoxication par le tourteau de lin chez le mouton.
Février	1926 — Diagnostic de la tuberculose bovine sans signes cliniques. Nécessité de la réglementation des méthodes d'investigation.
Août	1926 — Projet de loi sur la prophylaxie de la tuberculose bovine.
Janvier	1928 — Sur les greffes sexuelles et leurs effets.
Mai	1928 — Qualités toxiques de certains extraits de fougère mâle livrés au commerce.
Janvier	1929 — La vaccination antituberculeuse au point de vue élevage.

C. R. de la Société de Biologie.

17 Mars 1888 — Découverte du nerf excito-secrétoire de la parotide chez le bœuf.

18 Mai 1889 — Découverte des nerfs excito-secrétoires de la parotide chez le cheval, le mouton et le porc.

8 Juin 1889 — De l'origine des nerfs excito-secrétoires des glandes parotides et molaires.

8 Juin 1889 — Découverte des nerfs excito-secrétoires des glandes molaires inférieures chez les animaux domestiques.

Juin 1892 — Le filaire des boutons hémorragiques (en collaboration avec M. Railliet).

30 Juillet 1892 — Sur les effets de la tyroïdectomie chez les animaux domestiques.

17 Décembre 1892 — Crétinisme expérimental sous ses deux formes typiques.

11 Mars 1893 — Fonction tyroïdienne. — Histologie des parathyroïdes hypertrophiées.

15 Avril 1893 — Fonction tyroïdienne.

16 Janvier 1897 — Fonction parathyroïdienne.

23 Juillet 1897 — Crétinisme expérimental chez le chien, le chat et les oiseaux.

30 Juillet 1898 — Fonction parathyroïdienne.

25 Mars 1899 — Alimentation thyroïdienne et croissance.

25 Mars 1899 — De la médication parathyroïdienne.

10 Mars 1900 — Recherches sur la circulation lymphatique. — Rôle de la pression sanguine.

24 Mars 1900 — Influence du travail physiologique des tissus sur la production de la lymphe.

7 Avril 1900 — Influence de certaines toxines sur la circulation lymphatique.

9 Juin 1900 — Influence du travail statique sur la circulation lymphatique.

7 Juillet 1900 — Dialyse des toxines au travers de membranes organiques.

19 Janvier 1901 — Action physiologique du mucus.

Décembre 1901 — Nouvelle maladie du mouton: la coccidiose intestinale des agneaux (en collaboration avec M. Marotel).

Avril 1904 — Le lait des vaches tuberculeuses.

16 Avril 1904 — L'évolution des mammites tuberculeuses et le lait des vaches tuberculeuses.

30 Avril 1904 — Ostéomalacie expérimentale chez le lapin.

Novembre 1905 — Culture de tuberculose *in-vivo* chez les bovidés sains.

Novembre 1905 — Culture de tuberculose *in-vivo* chez les bovidés tuberculeux.

Novembre 1906 — Culture de tuberculose *in-vivo* chez les animaux domestiques.

20 Juillet 1907 — La composition chimique du lait des vaches tuberculeuses avec ou sans lésions mammaires.

Décembre 1907 — Tuberculose en cultures *in-vivo* et vaccination antituberculeuse.

Mars 1911 — Essais de traitement de la distomatose.

Mars 1911 — Essais de prophylaxie de la distomatose.

Juin 1911 — Les lésions histologiques de l'entérite paratuberculeuse des bovidés.

INAUGURATION DE LA PLAQUE COMMÉMORATIVE

APPOSÉE SUR L'ÉCOLE OU ENSEIGNA

LUCIEN CAYEUX

à AVESNES-SUR-HELPE (Nord),

le dimanche 7 juillet 1946.

DISCOURS DE M. CHARLES JACOB,

Membre de l'Académie des sciences.

L'Académie des sciences s'associe de grand cœur à cette cérémonie, et, de sa part, il sera facile de souligner devant vous le noble exemple fourni par la carrière d'un confrère qui, parti de conditions très honorables, mais modestes, s'est élevé, par son inlassable labeur et son intelligence, jusqu'aux plus hauts sommets.

Né le 26 mars 1864, à Semousies, non loin d'ici sur la route de Maubeuge, Lucien Cayeux était bien de chez vous, appartenant à une famille enracinée dans l'Entre Sambre et Meuse.

Sans remonter à de plus lointaines archives, son père, Xavier, aîné de 10 enfants, soldat au Régiment des Guides sous le Second Empire, avait épousé, au retour du service, Sophie Thiroux de Se-

mousies, et tous deux, entourés de l'estime générale, exploitèrent la petite propriété qui subvint à leurs besoins. C'est ainsi, en pleine nature, au milieu de cultivateurs économes et travailleurs, que leur fils, Lucien, passa ses premières années. Il fréquenta l'école de son village, parcourant vos prés et vos bois, se familiarisant avec les plantes et collectionnant des insectes. Vif d'esprit, cependant déjà réfléchi et indépendant comme il le sera toute sa vie, il estima, à l'âge de douze ans, en savoir à peu près autant que son instituteur d'alors; si bien que, pendant les années suivantes, il n'hésitait pas, pour poursuivre son instruction, à faire pédestrement chaque jour les 7 kilomètres qui le séparaient d'Avesnes. Un peu plus tard, nous le trouvons — la plaque commémorative nous l'apprend — enseignant lui-même à cette école de la Rue des Prés, mais ce fut pour peu de temps.

La grande Université provinciale voisine, celle de Lille, était alors en plein essor. Parmi ses maîtres les plus éminents, elle comptait Jules Gosselet, le fondateur de l'école géologique du Nord, lui aussi bien de chez vous puisque d'une famille établie de longue date à Landrecies. Doublé déjà à l'époque du lillois Charles Barrois, son futur successeur et autre grand savant, Jules Gosselet était toujours en route par chemins et par vaux dans vos départements. Au cours de ses excursions, il remarqua le jeune Lucien Cayeux. En 1887, il le prit à ses côtés comme préparateur, mais ne le garda pas longtemps. En 1891, Marcel Bertrand, également une sommité du monde géologique, appela Cayeux avec les mêmes fonctions à l'École Nationale supérieure des Mines.

A Paris, votre compatriote, docteur ès sciences en 1897, est nommé, en 1901, professeur de géologie appliquée à l'agriculture à l'Institut National Agronomique. Puis, à titre tout à fait exceptionnel et bien que n'appartenant ni au Corps des Mines, ni à celui des Ponts et Chaussées, il succéda à Marcel Bertrand, d'abord comme suppléant en 1904, puis comme titulaire en 1907. En 1912 enfin, après la mort d'Auguste Michel-Lévy, il parvint à l'une de nos importantes

chaires scientifiques de recherche, celle de géologie du Collège de France.

Mieux que l'énumération fatalement un peu sèche de ces étapes, peut-on en quelques mots, vous donner une idée des magnifiques travaux qui les ont justifiées.

Le départ en est également près d'ici. Vous savez que vous vous trouvez vers la pointe occidentale du massif ancien de l'Ardenne, et que cette Ardenne est enveloppée du vaste manteau de craie constituant en particulier le principal du sous-sol du Cambrésis, de l'Artois et de la Picardie. Or, c'est à l'étude de la craie que Lucien Cayeux se consacra tout d'abord. Il l'a scrutée au microscope jusque dans ses plus infimes détails: constituants minéraux ou d'origine organique, variations de composition, conditions initiales de formation, évolutions ultérieures .... rien ne lui a échappé.

Mais ce n'était là qu'une première incursion dans le domaine immense des strates déposées à toutes les époques géologiques, la plupart du temps sous l'eau, principalement dans les eaux marines. Leur gamme si variée a passé presque toute entière sous l'œil averti de ce micrographe incomparable, considéré aujourd'hui à bon droit comme l'un des fondateurs de la science des roches, de la pétrographie comme l'on dit, au moins de celle des roches sédimentaires. Ces roches sédimentaires, il y aurait lieu d'en citer le plus grand nombre: roches siliceuses, roches carbonatées, en insistant peut-être davantage sur d'autres qui sont d'un grand intérêt économique. Toutes nous ont valu de sa part d'importants mémoires, richement illustrés et devenus classiques.

Retenons les phosphates, non seulement ceux exploités au XIX^{me} siècle dans vos parages et résultat de l'altération, puis du lessivage naturel de la craie, mais aussi les belles couches sédimentaires constituant l'une des richesses de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc. Retenons encore les minerais de fer sédimentaires, d'âge bien divers: ceux du Jurassique de Lorraine, une des fortunes de la France, ceux primaires du Massif armoricain intéressants également

pour notre industrie et jusqu'aux minerais, plus anciens encore, du Lac Supérieur en Amérique du Nord.

Ces études entrecoupées de nombreux voyages, peuvent vous expliquer pourquoi, parmi les savants qui étudient l'écorce terrestre, il s'était acquis une notoriété largement étendue à l'étranger.

Chez nous, élu Membre de l'Institut dans la section de Minéralogie de l'Académie des Sciences, le 23 janvier 1928, il était également Membre titulaire de l'Académie d'Agriculture depuis 1917. Et cela nous conduit à vous parler en terminant d'un autre genre d'activité, qui, du reste, ne fut peut-être pas étranger à sa fin.

Il était rural dans l'âme. Chaque année, ayant conservé sa mère jusqu'en 1914, il revenait, avec Madame Lucien Cayeux, passer toutes ses vacances à Semousies. Hélas, durant l'occupation de 1914-18, la vieille maison du père Thiroux fut saccagée et pillée. C'est alors qu'attiré souvent dans l'Ouest de la France par ses travaux et sur l'insistance d'un ami, il s'organisa un domaine propre à Mauves-sur-Loire. Il s'y fixa à sa retraite en 1937. Néanmoins on le voyait encore parfois à Paris, et il nous souvient de l'avoir interrogé sur l'emploi de ses journées dans la Loire-Inférieure. Le matin, levé de bonne heure et chaussé de gros sabots, il circulait au grand air, taillant à l'occasion lui-même ses arbres fruitiers et ses vignes productrices d'un vin local, d'un « muscadet », dont il était fier. L'après-midi, penché sur son microscope, il revenait à ses chères roches sédimentaires. Mais, dans cette existence de sage, resté à l'écart et poursuivant en silence sa méditation et ses recherches, intervinrent les incidences de la guerre récente. Sans qu'il y fut pour rien, on le désigna comme maire de son importante commune, proche de Nantes d'où refluaient de nombreux réfugiés. Il se dévoua sans trêve à cette tâche. Mais c'était sans doute beaucoup exiger de son attachement à une cause publique. Bien que resté très droit, très allant, élégant, toujours souriant et enthousiaste lorsqu'il parlait de science, subitement, dans l'après-midi du 1er Novembre 1944, alors que l'ennemi

occupait encore la côte atlantique voisine, il s'affaissa. Un maître, un ami pour beaucoup d'entre nous, venait de « s'endormir du sommeil de la terre ».

Ainsi se terminait la vie d'un grand savant, dont il est heureux que, dans cette cité toute proche de son village natal, le souvenir soit respectueusement conservé, aussi bien que dans les sphères scientifiques compétentes du monde entier.

CÉRÉMONIE

DU CENTENAIRE DE LA

SOCIÉTÉ D'ÉMULATION DU BOURBONNAIS

A MOULINS,

le samedi 14 septembre 1946.

DISCOURS DE M. AUGUSTE CHEVALIER

Membre de l'Académie des Sciences.

MADAME AGLAÉ ADANSON ET LE PARC DE BALEINE

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

MESDAMES,

MESSIEURS,

J'apporte à la Société d'Émulation du Bourbonnais, à l'occasion de la Commémoration du Centenaire de sa fondation, les compliments de l'Académie des Sciences et ceux du Muséum national d'Histoire naturelle. La Division de l'Institut de France, que j'ai l'honneur de représenter ici, a tenu à s'associer à cette solennité en souvenir de

l'un de ses plus illustres membres, le botaniste Michel Adanson, l'un des fondateurs de la science de l'Évolution, l'immortel auteur de l'ouvrage sur les *Familles de Plantes*, dont les descendants, établis dans cette région depuis plus d'un siècle sur le domaine de Baleine à Villeneuve-sur-Allier, ont entretenu constamment le culte de ce grand savant et ont conservé avec vénération à Baleine même, les collections, les manuscrits, les livres de leur éminent ancêtre et l'admirable Arboretum créé par sa Fille.

M. Hugues de Rocquigny-Adanson, le propriétaire actuel, avec l'assentiment de toute la famille, vient de placer sous la sauvegarde de l'État et de mettre à la disposition de la science, principalement du Muséum de Paris, ce beau Parc de Baleine fondé en 1805 par «Madame Aglaé Adanson». Ce parc est une des plus précieuses collections dendrologiques existant en Europe.

Les descendants d'Adanson fixés dans ce pays, attachés à votre belle province, les Doumet-Adanson et les Rocquigny, ont apporté eux-mêmes des contributions importantes aux sciences de la nature et la collection de votre Bulletin renferme d'assez nombreuses notes dues à leurs travaux, en particulier celles de Paul-Napoléon Doumet-Adanson qui fut même Président de votre Société.

Mais la figure la plus originale parmi les descendants d'Adanson, celle dont le souvenir vivra indéfiniment, est sans contredit Aglaé-Catherine Adanson, la propre fille du grand botaniste à qui est due la création de l'Arboretum de Baleine. Je me propose de vous donner quelques aperçus sur sa vie, sur le milieu où elle a passé sa jeunesse, sur ses relations, sur l'œuvre qu'elle a réalisée.

Michel Adanson s'était marié sur le tard, en mai 1770, à l'âge de 43 ans. Sa fille Aglaé naquit le 27 mai 1775. Il avait déjà 48 ans. Elle eut comme parrain Nicolas-Christierne Comte de Milly et comme marraine Aglaé-Catherine Defaix-Desfranges qui lui donna ses prénoms.

En 1785, alors que sa fille n'avait encore que 10 ans, il se sépara de corps et d'habitation de sa femme, née Jeanne Bénard, fille d'un bourgeois aisé de la rue Mouffetard, Pierre Bénard, ci-devant em-

ployé dans les fermes du Roi. Jeanne Bénard, encore mineure lors de son mariage, était une femme intelligente ayant reçu une excellente éducation comme le montrent les lettres qu'elle a écrites à sa fille quand celle-ci résidait déjà dans le Bourbonnais.

Adanson se sépara de sa femme en donnant comme motif que lorsqu'on a des travaux scientifiques à poursuivre on ne peut guère s'occuper d'une famille.

En 1786, il fut entendu que Jeanne Bénard se chargerait des soins et de l'éducation de sa fille moyennant le versement d'une petite pension par le père. La jeune Aglaé Adanson fut élevée au Couvent des Dames du Calvaire, près des jardins du Luxembourg, choisi d'un commun accord par son père et par sa mère. Elle reçut là l'éducation raffinée que l'on donnait dans ces pensions religieuses aux jeunes filles appartenant aussi bien à la bourgeoisie qu'à la noblesse.

En 1792, âgée de 17 ans, elle quitta brusquement le couvent pour se marier avec un ancien officier de dragons de Louis XVI: Joseph-Eugénie-Louis Margot de Lespinasse. Nous avions cru au début de nos recherches que ce Lespinasse était un proche parent du Général d'artillerie, comte de Lespinasse (1737-1836), un des grands généraux de Bonaparte qui l'accompagna durant la campagne d'Italie. Il semble qu'il n'en est rien. Margot de Lespinasse n'était qu'un aventurier qui, plus tard, en 1811, cherchera à faire chanter Aglaé et son entourage pour se procurer de l'argent. Ce mariage avait été encouragé par un riche ami de la famille Adanson: Antoine-Robert-Nazaire Girard de Busson qui vivait à Paris et abritait sous son toit Jeanne Bénard, Aglaé et l'oncle Alexandre Adanson. Le contrat de mariage d'Aglaé, mentionne que Girard de Busson «pour l'amitié qu'il porte à la future épouse et dont il désire lui donner des marques lui accorde, par donation entre vifs, pour elle et pour ses père et mère, les revenus de la terre de Tresnay, dans la Nièvre, vaste propriété comprenant quatre domaines. Il stipule que la future disposera de la terre comme si elle en était propriétaire.

Cette union fut des plus malheureuses. L'époux était violent et grossier. Le divorce eut lieu peu de temps après, le 17 nivose An II.

A la même époque, la Révolution battait son plein. Après le divorce, Madame Adanson émigra avec sa fille en Angleterre alors que le père restait à Paris et obtenait un secours de la Convention nationale. Après Thermidor, elles rentrèrent en France et vinrent habiter l'hôtel de Gérard de Busson.

Aglaé avait alors 20 ans. Elle avait continué à prendre des leçons de musique et de peinture. On a d'elle, datant de cette époque, de belles aquarelles de fleurs dues à son pinceau. Elle aimait déjà comme son père passionnément les plantes. C'était une jeune femme d'une grande beauté. Il existe au château de Baleine un remarquable portrait d'elle dû à Ingres et une miniature de Langlois exécutée quand elle avait trente ans environ. Elle fut sans doute dans les milieux mondains du Consulat, du Directoire et du début de l'Empire une femme recherchée et entourée d'adorateurs. Dans ses lettres, elle avoue qu'elle aime aussi le plaisir.

Je me suis demandé si Aglaé Adanson n'avait pas fréquenté parfois les mêmes milieux que Joséphine de Beauharnais et si la future Impératrice ne l'avait pas rencontrée par moments. Quand Bonaparte faisait la cour à Joséphine, celle-ci habitait dans la maison de la femme de Talma, rue Chantereine n° 6, rue très mal famée où vivait aussi Michel Adanson, à quelques numéros de distance.

Joséphine et Aglaé avaient une égale passion pour la nature et pour les belles fleurs. On sait que Joséphine devenue épouse du Consul Bonaparte et installée à la Malmaison transforma ce domaine, en créant un jardin magnifique, un parc, des serres où les plantes les plus rares furent cultivées. Joséphine pour administrer le domaine, pour faire étudier les plantes qu'elle y cultivait, disposa successivement de trois botanistes qui allaient devenir ensuite membres ou correspondants de l'Académie des Sciences: Étienne Ventenat, ancien prêtre assermenté, élu membre de l'Institut national le 13 décembre 1795 et qui décrivit les plantes rares de la Malmaison; Aimé Bonpland, collaborateur de Humboldt en Amérique et qui fut intendant de la Malmaison; enfin Brisseau de Mirbel qui entra plus

tard au service de l'Impératrice Joséphine et devint quelques années après Professeur de Botanique au Muséum et Membre de l'Académie des Sciences.

Il n'y a pas de doute que Joséphine et Aglaé auraient pu s'entendre sur le culte des belles plantes, mais il est probable qu'elles n'auraient pas eu de confidences à se faire sur leurs relations mondaines. L'amie de Bonaparte avait déjà 32 ans en 1795 et Aglaé n'en avait que 20. Elle pouvait être une rivale redoutable!

Dans ses digressions sur l'amitié, Aglaé Adanson a écrit: « Pour mon malheur, je doute de l'amitié vraie de femme à femme. Je crois seulement à la bienveillance, à l'estime de certaines femmes dans les relations de la société et lorsqu'elles ne se rencontrent pas assez souvent pour qu'il puisse naître des rivalités ».

Il n'est pas douteux que Aglaé Adanson mena à Paris, de 1802 à 1812, la vie libre et mondaine de bien des femmes du Directoire et de l'Empire. Auparavant elle avait épousé, le 17 frimaire An V, Jean-Baptiste Doumet (1767-1848), descendant d'une famille d'origine anglaise, ex-officier de cavalerie, devenu voyageur de commerce, et qui habitait 17 rue des Victoires, non loin de la maison d'Adanson. Cette fois le contrat stipulait qu'Aglaé garderait la pleine propriété et administration de ses biens, meubles et immeubles. Cette union fut heureuse au début. Deux garçons naquirent successivement: Émile-Auguste en 1796, Anacharsis en 1800. Dès 1801, le divorce est prononcé pour incompatibilité d'humeur et de caractère. En 1802, et plus tard de 1812 à 1820, Doumet chercha à reprendre la vie commune, donnant comme motif l'intérêt des enfants et l'amour qu'il porte toujours à son ex-épouse. « Les gentils enfants dont vous m'avez rendu père, écrivait-il, sont un bienfait plus grand pour moi que les maux dont j'ai souffert. » Aglaé resta inflexible. Elle se contente de répondre en 1802: « Dans quelques années, l'amour qui me semble à présent la suprême félicité ne me paraîtra plus qu'une chimère et une folie. . . Il est vrai qu'un bon ami est de toutes les saisons. L'amitié est indispensable au bonheur, je le sens déjà profondément ».

De 1807 à 1812 Aglaé eut comme ami Pierre-François Hubert-Descotil, un normand, parent et secrétaire du premier préfet de Caen. Ils vécurent ensemble à Paris et à Moulins et de cette union libre naquit un fils Pierre-Anténor Hubert, né le 24 septembre 1808 à Yzeure (Allier), reconnu par le père qui le fit élever au collège de Vire. Anténor devint plus tard percepteur à Villers-Bocage (Calvados). Il eut de nombreux enfants dont plusieurs fils morts pour la France dans les campagnes d'Algérie et de Crimée. Des descendants honorables de cette souche vivent encore en Normandie. L'un d'eux, enfant de 16 ans, descendant d'Aglaé à la 5e génération, a été fusillé par les Allemands en 1944. Comme on le voit, Michel Adanson a légué à tous ses descendants ces sentiments patriotiques qu'il possédait lui-même à un si haut degré. C'est encore un autre aspect de l'hérédité dans cette famille.

Malgré sa vie libre, dès 1804, Aglaé accorda toute son attention à deux choses: donner une éducation soignée à ses fils et améliorer ses terres du Bourbonnais. Elle plaça d'un commun accord avec son ex-mari, Émile et Anacharsis comme internes au lycée impérial à Paris. Ils y recevront une excellente instruction. Émile Doumet (1796-1869) fera une brillante carrière d'officier d'État-major, puis il se fixera à Cette (Sète) près de son père, réunira des collections de conchyliologie, de minéralogie etc..., il deviendra maire de Cette, puis député de l'Hérault. Son fils Napoléon sera aussi naturaliste et plus tard, à la mort de son oncle, il viendra se fixer à Baleine.

Quant à Anacharsis (1800-1880), il fera également un naturaliste; il restera célibataire et demeurera presque toute sa vie à Baleine près de sa mère. A la mort de celle-ci, il continuera à entretenir et à améliorer le parc; comme son frère, il se dévouera aussi au pays: lors de la Révolution de juillet 1848, il sera nommé juge de paix du canton de Dornes (Nièvre), puis Conseiller général de la Nièvre, enfin plus tard Président de la Société d'Horticulture de l'Allier. Tous les deux eurent des idées très démocratiques pour l'époque.

C'est aussi à l'amélioration de ses terres du Bourbonnais qu'Aglaé va se consacrer de bonne heure.

A partir de 1802, elle passe une partie de son temps au domaine de Tresnay et à Moulins. M. Girard de Busson a acheté vers 1804 le domaine de Baleine peu éloigné de celui de Tresnay à M. Forget de Monts ; il le mit aussi à la disposition d'Aglaé. C'est une mauvaise terre, pleine de genêts, d'où le nom de Baleine (*Balai* ou *Baleine* mot d'origine celte est le nom du Genêt dans le Bourbonnais). Le domaine comprend plusieurs fermes d'une étendue totale de 500 hectares. Le petit château est délabré, mais elle décide de le restaurer et de l'agrandir à sa guise. C'est aussi à cette époque qu'elle entreprend la création du parc, et c'est elle-même qui en choisit l'emplacement et fait tracer la configuration et les allées telles qu'elles existent encore aujourd'hui.

A partir de 1805, elle y passe la plus grande partie de son temps et ne vient que périodiquement à Paris auprès de sa mère et de M. Girard de Busson. Celui-ci meurt le 4 février 1812. Madame Jeanne Bénard, veuve de Michel Adanson, et sa fille Aglaé sont conjointement légataires universelles du défunt. C'est une très belle fortune qui leur échoit, composée de plusieurs immeubles à Paris et des grands domaines de Tresnay et de Baleine. La mère continuera à habiter à Paris jusqu'en 1828, date de sa mort, mais Aglaé se fixe définitivement à Baleine et elle va y mener désormais une vie simple et patriarcale. En juin 1825, pour se débarrasser des soucis de la gestion de ses deux terres et doter ses fils, elle leur en donne la gestion et le revenu, ne se réservant que le château de Baleine, le parc et les annexes. Elle est devenue populaire dans tous les alentours; elle est la providence des pauvres et lorsque survint la révolte paysanne de la Nièvre, en 1848, « sa bienfaisance si connue fut sa plus sûre protection et l'orage passa sans l'atteindre » (Rousselon).

Fixée pour toujours dans le Bourbonnais, elle signera désormais tous ses écrits : « Madame Aglaé Adanson », mais tous les paysans de la région l'appellent « la dame de Baleine ».

Nous serions dans l'ignorance de la vie qu'elle a menée à Baleine si elle n'avait pas eu la bonne idée de publier à partir de 1822 un livre *La Maison de Campagne* qui eut six éditions, et où elle raconte très discrètement sa vie. Elle semble nous ouvrir son cœur tout en donnant aux dames pour lesquelles elle écrit ce livre une foule de conseils.

« Le but de son livre, a-t-elle écrit, est d'inspirer l'amour de la vie champêtre, car elle est assurée que c'est cet amour qui procure le bonheur le plus durable, l'autre amour ne donnant que des déceptions. Elle veut initier les femmes à cette science de « la vie à la campagne » qui lui a fait oublier toutes les peines et les adversités attachées à la conception humaine, pour la laisser jouir désormais de la paix du cœur ».

Elle énumère tous les avantages qu'une femme blasée des plaisirs de la ville peut retirer de la vie à la campagne: vie plus large, plus indépendante, plus exempte des soucis de cœur.

Ce n'est point non plus la vie de château qu'il faut rechercher; on n'y trouverait pas le bonheur, mais une maison modeste, en pleine campagne, d'où sera éliminé tout ce qui tient au luxe; on aura un intérieur confortable, sans luxe, des meubles simples; tout le bonheur dépend de la simplicité; mais elle réclame pourtant une chambre à coucher où l'on ait ses aises et une seule autre chambre pour des amis, une bibliothèque, enfin tous les communs nécessaires.

« La culture du jardin, du verger et des fleurs, ajoute-t-elle, sont les plus douces occupations de celles qui se dévouent à la vie champêtre; ces occupations peuvent procurer un bonheur qui réellement ne laisse rien à désirer... Tout est jouissance à la campagne! On y désire toujours et toujours on est satisfait. Mais pour éprouver ce bonheur vraiment ineffable, il faut être pénétré de l'amour des champs et ne point rester insensible à leur aspect. Il faut sentir le besoin d'embellir ce que l'on trouve déjà si beau, de cultiver soi-même ces arbres et ces plantes. Qui ne sent pas ce besoin et se contente d'admirer sans mettre la main à l'œuvre, a l'âme trop froide pour vivre exclusivement à la campagne: on doit y renoncer! »

Et elle ajoute :

« Tout ce qui est dans mon jardin et dans mon parc est cultivé de mes propres mains. Moi, je n'ai point de jardinier ; je n'emploie que des journaliers ignorants. Dans mon jardin qui a au moins 25 arpents, il n'y a pas un arbre, pas une plante qui n'aient été plantés de ma main. Je connais leur place, leur nom, et on n'en couperait pas une branche que je ne m'en aperçoive. Je les suis à partir de leur naissance jusqu'à leur dernier degré de croissance.

« Cependant, hors d'une serre, je possède à peu de variétés près, toutes les plantes exotiques qui peuvent vivre sur le sol de la France. Tout ceci n'est point de la science, j'en conviens, et je m'humilie respectueusement devant celles des Thouin et des Bosc (c'étaient les deux professeurs de culture du Jardin des plantes à l'époque), mais c'est certainement de la pratique raisonnée, de la véritable expérience qui doit être considérée pour beaucoup dans mes résultats. Les changements que j'ai apportés dans ma culture ne sont point de grandes innovations, mais ce sont des modifications de détail que j'ai pratiquées. De ces petits soins dépend souvent la conservation d'une plante délicate et sauvage. Je l'ai prouvé puisque j'en ai acclimaté et cultivé plusieurs qui, jusque là, avaient été rebelles, ou du moins ne faisaient que végéter tristement dans nos climats. Ce n'est point à la température ni à l'avantage de ma position qu'il faut l'attribuer si l'on veut être juste. Nous éprouvons souvent ici des froids de — 16° ; nos printemps sont perfides, mon terrain est marécageux dans des parties, absolument aride dans d'autres. J'ai bouleversé, desséché, créé des abris, composé des terres. J'ai cherché l'expositon convenable eu égard à mon climat. »

Suit la longue liste comprenant tout un volume, des plantes qu'elle a acclimatées. Et pour montrer qu'elle a l'esprit tout à fait scientifique, elle veut qu'on les désigne toujours sous leurs noms latins. Elle proscrit les noms vulgaires. « Je voudrais, écrit-elle, qu'il fût défendu de s'en servir comme on défend dans le commerce les anciennes mesures. Ce serait le seul moyen de rectifier la nomenclature des pépiniéristes. »

Mais le livre de Madame Aglaé Adanson n'est pas seulement un guide précieux en horticulture. Dans sa *Maison de Campagne* on trouve de tout: des recettes de cuisine, la manière de traire les vaches, l'art d'élever les volailles et de faire pondre les poules, comment une épouse peut garder l'attachement de son mari; pour son amour elle est d'avis qu'il faut presque toujours y renoncer!

Dans la quatrième édition, en un appendice daté de 1839 intitulé: *Pensées fugitives*, écrit alors qu'elle était grand'mère et qu'elle avait passé la soixantaine, Aglaé, comme son père, devient philosophe. Elle donne des conseils aux femmes de son âge et aussi aux très jeunes, puis à celles qui ont atteint la trentaine, l'âge qu'elle avait quand elle a renoncé à la vie enivrante de Paris!

« O femmes jeunes et jolies! écoutez-moi, écrit-elle. C'est une amie qui vous parle: soyez bonnes, modestes, aimantes; que votre mari trouve en vous toutes les qualités solides qu'il chercherait en vain hors de chez lui; que vos enfants ne puissent jamais désirer de meilleure amie que vous; donnez chaque jour quelques moments aux délassements que la jeunesse et la santé réclament, mais que le reste soit employé aux soins de votre maison, à l'éducation de vos enfants. Apprenez surtout à supporter la solitude! »

Elle fait aussi des confidences sur l'amour, sur l'amitié entre femmes et même sur le mariage. Est-ce à sa propre expérience qu'elle fait allusion quand elle écrit:

« Quand une femme se marie, il y a mille à parier contre un qu'elle ne conservera pas longtemps l'amour de son mari. Il serait donc prudent à elle de se préparer d'avance à acquérir son estime et à s'en contenter. Le mariage, pour une femme qui reste honnête, est une renonciation aux plaisirs du monde et une abnégation de tous ses désirs. C'est un chemin rempli d'épines qui doit conduire au ciel plus que l'état monastique, s'il est vrai que la pénitence et les privations sont agréables à Dieu!

« On m'a toujours supposée romanesque, écrit-elle encore; et c'est à tort. Je suis douée de ce sixième sens dont parle J.-J. Rousseau,

une extrême sensibilité qui élève et exalte les idées au delà des sentiments vulgaires et qui détourne de la vie animale pour s'absorber dans les sensations intellectuelles.

« O ingratitude des hommes, ajoute-t-elle, et injustice du plus fort et du plus heureux. Pendant neuf mois nous vous portons dans notre flanc avec souffrance, nous vous allaitons de notre sein, nous vous couvrons de l'égide de notre corps et de notre tendresse tant que vous êtes faibles et criards. C'est de nous que vous retirez vos plus douces jouissances, et vous nous foulez aux pieds dès que vous avez épuisé les dons de notre amour et de notre sollicitude. L'homme est le plus égoïste des êtres ».

Madame Adanson est bien sévère pour les hommes, mais nous sommes en pleine période romantique, et Georges Sand dans le même temps écrira des choses analogues.

Aglaé se console du passé dans son ermitage de Baleine. Elle est devenue résignée et philosophe. Elle écrit quelques années avant sa mort: « la vieillesse n'est à redouter que pour une femme dont la tête et l'âme sont vides. Celle qui a employé sa jeunesse à bien remplir tous ses devoirs et d'épouse et de mère, qui a occupé ses loisirs à acquérir des connaissances solides, doit passer de la jeunesse à la vieillesse et de la vieillesse à la mort sans amertume et sans regret, car elle n'aura pas cessé un instant d'être révérée et chérie! » Allusion sans doute à l'affection dont elle est entourée par son fils Anacharsis.

Aglaé Adanson mourut à Baleine en 1852, âgée de 77 ans. Elle est enterrée dans une chapelle édifiée au milieu du beau parc qu'elle avait créé.

La Société d'Horticulture de Paris lui consacra une notice nécrologique dans son Bulletin de 1852.

« Depuis son établissement à Baleine, écrit son biographe, toutes ses journées furent consacrées à ses plantes qu'elle appelait ses enfants. Dès l'aube du jour elle leur prodiguait ses soins que pouvaient seuls interrompre l'extrême fatigue ou le mauvais temps.

Dans cette vie si pleine et si patriarcale pas une minute n'était perdue; les moments enlevés à ses jardins étaient employés à écrire ou à étudier. Elle répondait aussi aux nombreuses lettres qu'elle recevait pour solliciter des conseils de sa longue expérience. Jusqu'au dernier moment, elle conserva toute l'activité, l'énergie et la rectitude d'esprit et de jugement dont elle avait été si largement pourvue.»

Elle eut aussi ses faiblesses de jeunesse. Elle ne s'en cachait pas.

J'ai fait connaître une Aglaé Adanson aux goûts romantiques, ayant pourtant préféré, à partir de la trentaine, la vie champêtre aux séductions trompeuses de la vie parisienne. Il me reste à présenter une femme d'action, pleine d'intelligence et de volonté, ayant réalisé dans le Bourbonnais une œuvre splendide qui lui survit depuis bientôt un siècle et que nous admirons encore aujourd'hui: c'est l'Arboretum de Baleine, dont je veux vous parler en terminant.

Je rapprochais il y a un instant l'impératrice Joséphine de Madame Adanson. De l'attachement de Joséphine aux choses de la Nature, il n'a presque rien subsisté à la Malmaison, malgré les moyens puissants qu'elle eût à sa disposition: une roseraie reconstituée, c'est tout ce qu'il reste des belles plantes qu'elle avait rassemblées. Plus heureuse, à divers égards, que la gentille créole devenue impératrice, Madame Adanson a transmis à la postérité son magnifique parc.

Ce parc d'une étendue d'environ 32 hectares groupe dans un ensemble harmonieux un grand nombre d'arbres rares exotiques susceptibles de vivre en plein air dans le centre de la France. La création de ce beau parc est l'œuvre exclusive d'Aglaé. Sur un sol assez ingrat, occupé en grande partie par des marais, elle a fait surgir une magnifique forêt d'arbres exotiques. Dans cette Sologne bourbonnaise, au paysage si monotone, on est frappé d'étonnement en voyant ce massif verdoyant d'arbres entremêlés, aux aspects les plus variés, dont certains portent leur cîme altière à 30 ou 40 mètres au-dessus du sol. Dans le sous-bois et sur la lisière, des clairières habilement ménagées ça et là, se montrent des arbres de plus faible taille, des arbustes, d'humbles arbrisseaux et même des herbes indi-

gènes et exotiques s'entremêlant dans le plus beau désordre. Au printemps, ces végétaux forment des mosaïques multicolores. La première fois que je vis ce parc, il y a une quinzaine d'années, je fus émerveillé. On a vraiment l'illusion d'une forêt vierge tropicale en miniature. Je pense en avoir quelque expérience. Par la présence de conifères et de feuillus entremêlés, par l'association d'arbres et d'arbustes, les uns à feuilles caduques, les autres à aiguilles ou à feuilles persistantes du type Troëne ou du type Laurier, on se croirait, par endroits, transporté dans la forêt primitive des montagnes du Nord de l'Indochine et du Sud de la Chine. Il ne manque que les épiphytes et les lianes, et encore par endroits des Glycines, des Smilax ou des Clématites et des Passiflores grimpent sur les buissons.

La physionomie du parc change à chaque saison. Au premier printemps de nombreux arbres épanouissent leurs jeunes feuilles mordorées. Vers la fin de mai, c'est une orgie de fleurs. Rhododendrons et Azalées aux variétés innombrables, aux fleurs somptueuses, de coloris variés, forment un décor féérique. Ce sont aussi les *Cornus florida*, les *Viburnun* et les Clématites à la blancheur virginale.

Il faut voir aussi le parc en été, par les journées chaudes, lorsque la voûte des arbres aux verts de tous les tons, projette un frais ombrage sur le sol tout en permettant encore à quelques fleurs du sous-bois, tels les cyclamens napolitains, d'épanouir leur jolies fleurs roses. A l'automne, c'est encore un nouveau changement de décor. Les feuilles, avant leur chute, prennent les coloris les plus rutilants, depuis les jaunes et les ocres les plus divers jusqu'au pourpre des Chênes d'Amérique; les Conifères avec leur silhouette sombre ou glauque tranchent sur cet ensemble où s'entremêlent l'or et la pourpre. Puis, à l'approche de l'hiver, les feuilles tombent, les fruits de toutes sortes jonchent le sol; ils seront le point de départ de nombreuses germinations qui feront leur apparition au printemps suivant.

On peut aussi en toute saison admirer le port altier de certains ar-

bres: les beaux Cèdres centenaires, les Séquoias géants, les Chênes robustes, les flêches élancées de certains Abiès, les beaux Pins Laricio de Corse et ceux de Calabre ou d'Autriche, le Blue Pine de l'Himalaya, le magnifique Douglas d'Amérique, les Nyssa élancés, enfin une foule d'autres arbres remarquables que nous ne sommes pas habitués à rencontrer dans les parcs de France.

Tout cela n'est pas fait seulement pour l'esthétique et pour le contentement des botanistes. Certains arbres ont une réelle utilité, un grand avenir pour le reboisement de notre Pays. Plusieurs ont déjà fait leurs preuves. Ils croissent plus vite que les espèces indigènes; ils sont parfois plus résistants au froid que les arbres de nos forêts. Une expérience méthodique d'acclimatations d'arbres exotiques qui se poursuit depuis 130 ans constitue une chose très rare, sinon unique en France, et un essai très utile.

Certes, les descendants de Madame Adanson ont apporté aussi leur contribution à l'enrichissement du Parc de Baleine; mais le travail initial d'aménagement de toute la plantation est dû à son génie et à sa ténacité. Dès 1825, le parc dont Aglaé nous a laissé un catalogue renfermait déjà environ 800 espèces ou variétés d'arbres ou d'arbustes exotiques vivant dans les conditions convenables pour chaque espèce.

Pour arriver à de tels résultats, il fallut une volonté, une science, un amour de la nature qui tiennent du prodige chez une femme qui n'avait pas fait d'apprentissage spécial en horticulture.

Il fallut d'abord choisir le terrain et Aglaé eut le bon sens de consacrer au parc le seul endroit de sa propriété qui convenait. C'est un terrain d'alluvions très frais toute l'année. Il fallut assainir le sol, creuser des tranchées, déplacer des terres. Le climat de la plaine bourbonnaise est rigoureux. Il tient du climat charolais et du climat auvergnat, et ne se prête guère aux végétaux méridionaux. Il fallut donc faire un tri parmi les arbres qu'elle se proposait de cultiver. Pour chaque espèce il fallut faire naître une ambiance particulière. La forêt vierge artificielle qui a été constituée à Baleine a

créé certainement un microclimat et un complexe biologique très particulier qui permet aux essences de lutter à la fois contre les froids rigoureux, contre le vent, contre la sécheresse, car même en été le sol est quelque peu imprégné d'humidité et l'état hygrométrique sous la voûte forestière est toujours assez élevé. La température est toujours tempérée.

Mais ce complexe ne s'est pas constitué seul. Il fut nécessaire d'aider la nature. Il a fallu de la patience, du génie dans l'observation naturaliste et sans doute une véritable intuition des besoins physiologiques de chaque espèce. Et pourtant Aglaé répète dans son livre qu'elle n'est pas un savant; si elle a réussi, c'est qu'elle a su observer et expérimenter sans découragement, car elle connut aussi fréquemment des échecs. C'était elle-même qui plantait, bouturait, greffait, écoussonnait.

Il lui fallut enfin se procurer un nombre considérable de plants vivants et choisir des espèces qui se prêtaient le mieux à l'acclimatation dans le Bourbonnais. Dans ce choix notre héroïne fut aussi d'une perspicacité remarquable. C'est à François Cels, jeune horticulteur de valeur, qu'elle eût recours pour s'approvisionner de graines et de jeunes arbres. Elle a écrit que c'est ce botaniste-pépiniériste qui stimula son goût pour les plantations d'arbres et d'arbustes, et sans lui, dit-elle, elle n'aurait peut-être pas pu réaliser son rêve.

Les Cels ont constitué au XIX^me^ siècle, comme les Vilmorin, une sorte de dynastie d'horticulteurs célèbres. L'ancêtre Jacques-Philippe Cels était, vers 1775, un simple receveur des droits d'octroi à la ferme générale de Paris. Affecté à la barrière de la Porte Saint-Jacques, il transforma en jardin botanique le petit terrain qui entourait sa maison. Poussé par ses goûts, il entra en relations avec nombre de Jardiniers de son époque, dont André Thouin, André Michaux et même J.-J. Rousseau. Le jardin fut transporté ensuite dans la Plaine de Montrouge et plus tard Chaussée-du-Maine.

Cels ayant perdu sa charge sous la Révolution demanda au commerce des plantes ses moyens d'existence. Il créa une riche pépi-

nière d'arbres et d'arbustes exotiques, il expérimenta beaucoup. Il réunit près de 3.000 espèces exotiques et sa réputation d'acclimateur se répandit en Angleterre, en Allemagne, en Hollande et en Espagne. De ces pays des savants lui envoyèrent toutes sortes de graines. En 1795, il fut élu Membre de l'Académie des Sciences dans la section d'économie rurale. Il mourut en 1806. Son fils Jean-François lui succéda. Il avait l'âge d'Aglaé. Secondé par son premier jardinier Duval, excellent multiplicateur, il donna encore de l'extension à ses pépinières; il s'attacha notamment à répandre les arbres d'Amérique du Nord dont les graines avaient été rapportées en 1803 par Michaux fils. Il n'est pas douteux que Madame Adanson puisa largement dans cette collection unique en France, malheureusement bientôt disparue. C'est sans nul doute, c'est de là et des collections d'André Michaux fils que sont sortis presque tous les beaux arbres qui existent encore dans le Parc de Baleine, de même que dans la plupart des châteaux embellis sous l'Empire et la Restauration.

Beaucoup plus tard les propriétaires de l'Arboretum ont eu recours aux Établissements Treyve-Marie de Moulins et Yzeure pour continuer à enrichir la collection dendrologique constituée par leur illustre aïeule.

Ce n'est pas seulement à Aglaé que l'on doit les merveilles actuelles du Parc de Baleine. Tous ses descendants ont apporté leurs efforts à son enrichissement et à son embellissement tout en respectant le cadre primitif: son fils Anacharsis, le neveu de celui-ci, Paul-Napoléon, enfin les propriétaires actuels, les membres de la famille de Rocquigny, descendants directs par les femmes, non seulement du grand botaniste Adanson, mais s'apparentant également à l'illustre entomologiste Lacépède. Dans cette famille tout le monde est plus ou moins naturaliste et aime les plantes. Je ne connais pas de plus bel exemple d'hérédité! Je souhaite que cette belle tradition se poursuive indéfiniment. C'est du reste pour préserver cette riche collection d'arbres des ravages de l'occupation allemande que M. Hugues de Rocquigny en demanda le classement comme site en 1940.

Telle est l'origine du beau parc de Baleine visité souvent par la Société dont nous fêtons le Centenaire. C'est une collection dendrologique unique en France, et vous avez raison d'en être fiers. Je ne sais si Madame Adanson, en créant ce parc, ne lui consacrant sa fortune, son talent, sa science, tout son temps et tout son cœur, se rendait compte que tout en donnant libre cours à sa passion pour l'horticulture et à son amour pour les beaux arbres, elle servait aussi la science et le pays.

Tout au long de l'histoire du XIX^me^ siècle et aussi dans le premier quart du siècle actuel, la France a produit un grand nombre d'amateurs pareillement désintéressés; des naturalistes et des expérimentateurs souvent méconnus, des chercheurs sagaces qui, comme la dame de Baleine, ont enrichi notre Pays de nouvelles plantes, de nouvelles cultures, de nouvelles techniques, des chercheurs qui ont contribué, sans rechercher la célébrité, mus par un grand désintéressement, à la prospérité de notre Pays. Leurs recherches ont permis de mieux en connaître le sol, la faune, la flore, les possibilités de mise en valeur des terres et aussi la géographie détaillée de la France, les traditions, les monuments du passé, l'histoire locale, etc..., tout ce qui en somme constitue la base du progrès dans les connaissances humaines. Aujourd'hui, c'est toute la masse du peuple qu'il faudrait initier à cette contemplation de la nature, à ces recherches, en faisant son éducation de naturaliste dès l'école du village, en apprenant aux enfants à connaître et à admirer les plantes et les animaux de la petite patrie, à respecter la nature, à observer *de visu* les phénomènes de la vie. Quelles jouissances on procurerait à ceux qui vivent à la campagne!

La Société d'Émulation du Bourbonnais a contribué déjà à ce progrès en groupant tous les chercheurs de cette petite patrie et en encourageant leurs travaux. Puissiez-vous étendre vos activités!

Malgré la période difficile que nous traversons, période ingrate pour les Sociétés savantes comme la vôtre, je souhaite que vous puissiez continuer votre belle tâche indéfiniment pour le plus grand bien de notre Pays.

BIBLIOGRAPHIE.

Chevalier Aug.-Michel. — Adanson, voyageur, naturaliste et philosophe, vol. in-12, 1934, Paris, Larose édit.

— Notes sur le Parc-Arboretum de Baleine, *Rev. Bot. Appl. et d'Agr. Trop.*, 1945, n° 272-273-274.

Treyve François. — L'Arboretum de Baleine, *Rev. Horticole*, n° 2124, janv. 1946.

Adanson M^me^ Aglaé. — *La Maison de Campagne*, les six éditions de 1822 à 1852 inclus, Paris, Audot.

— Sur les Hortensias bleus, *Rev. Horticole*, tome V, n° 5, août 1841.

— Lettre adressée à M. Poiteau le 10 août 1840 au sujet de *Cytisus Adami*, *Annales d'Horticulture*, tome 27, sept. 1840, p. 138.

— Livre des enfants de la Campagne, Broch. in-12, 48 p., Moulins, 1852.

Rousselon. — Notice biographique sur Madame Aglaé Adanson, *Annales de la Société d'Horticulture*, Paris, 1852.

Archives du Château de Baleine (collection H. de Rocquigny-Adanson).

ALLOCUTION PRONONCÉE

AU MEETING DE

L'AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY

par M. MAURICE CAULLERY

Membre de l'Académie des Sciences.

A PHILADELPHIE,

le vendredi 18 octobre 1946.

C'est un honneur dont je sens tout le prix, d'être chargé d'exprimer en ce moment les remerciements des délégations présentes pour le si cordial accueil que nous a réservé, à Philadelphie, l'American Philosophical Society. Depuis notre arrivée, nous avons déjà accumulé des visions intéressantes dont nous garderons le souvenir: Indépendance Hall et tout ce qu'il évoque, le hall de la Philosophical Society, les magnifiques Musées d'art, l'Académie des sciences de Philadelphie. Même au lendemain des impressions si vives que produit un séjour à New York, Philadelphie nous frappe et nous attire.

Laissez-moi vous dire que, pour moi, cette impression n'est pas neuve, car c'est la troisième fois que je viens dans cette ville. Et j'ai même eu le plaisir et l'honneur de participer à une réunion

semblable à celle-ci, il y a trente ans, au printemps de 1916, où mon excellent ami George Howard Parker m'avait introduit au joint-meeting des deux grandes sociétés (1). Je me souviens du banquet, où j'avais été placé à la droite du Président d'alors, le chirurgien Keen, qui évoquait pour moi ses souvenirs de Paris et de Claude Bernard. Je me souviens aussi du discours rituel sur Benjamin Franklin, fait alors par le professeur Trowbridge, avec qui j'ai eu, par la suite, à Paris, à la fondation Rockefeller, les plus cordiales relations.

Quand on vient à Philadelphie, quelles que soient les circonstances, ce sont les souvenirs du XVIII^e siècle qui se présentent à l'esprit, ceux de Benjamin Franklin et de l'Indépendance. Pour un Français, tel que moi-même, ils sont particulièrement émouvants et évocateurs, spécialement aujourd'hui, au lendemain des terribles événements que nous venons de vivre. Les noms de La Fayette et de Rochambeau ont maintenant leur pendant dans ceux de Pershing, qui, en 1917, sur la tombe de La Fayette, disait «*La Fayette, nous voici*», et dans ceux d'Eisenhower et de Patton, qui ont apporté une si importante et décisive contribution à notre libération.

Nous vivons une époque où les valeurs jusque-là fondamentales, se transforment, où les océans se rétrécissent. Il faut maintenant moins d'un jour pour venir de Paris à New York, comme nous l'avons expérimenté nous-mêmes. Il n'y a plus de splendide isolement, ni même de simple isolement et tous les peuples sont étroitement solidaires. C'est la pensée que nous devons avoir dans l'esprit à tous instants. Il n'y a plus de conflits localisés.

En 1870, la guerre était restée une lutte entre la France et l'Allemagne.

En 1914-1918, elle avait embrasé presque toute l'Europe et les États-Unis y avaient été finalement engagés.

En 1939-1945, elle s'est étendue jusque sur les immensités de l'O-

(1) L'American Philosophical Society (Philadelphie) et la National Academy of Sciences (Washington).

céan Pacifique; elle a été, dans le plein sens du terme, un conflit mondial.

Et chaque fois, les pertes de vies humaines, les destructions, les ruines se sont amplifiées dans les mêmes proportions.

Il est impossible d'écarter la pensée que ces trois guerres ont eu une origine et un point de départ communs, qui est l'Allemagne et ce n'est pas le fait du hasard. Il y a une parfaite continuité de Frédéric II à Bismarck, à l'empereur Guillaume II et à Hitler. Ce ne sont pas des individus exceptionnels, mais ils personnifient de façon parfaitement cohérente la mentalité allemande, non seulement d'un moment, mais d'une longue série de générations et, bien vraisemblablement, celle qui tendra à s'affirmer encore après la présente guerre.

En 1918, les pays anglo-saxons se sont fait une bonne part d'illusions à cet égard. Leur générosité mal placée a eu de terribles conséquences.

Je crois n'être pas l'interprête des seuls Français, mais de tous les voisins de l'Allemagne, en appelant l'attention de tous les hommes qui réfléchissent, comme ceux qui sont rassemblés ici, sur la nécessité de ne pas compromettre gravement l'avenir en laissant aux Allemands la possibilité de reconstituer leur puissance militaire.

Cette idée me hante, et, l'an dernier, un Américain m'avait écrit pour me demander un autographe. Je lui ai répondu que j'étais sensible à l'honneur qu'il me faisait et, qu'après réflexion, je formulais la pensée suivante: «J'espère qu'après cette guerre, l'Amérique ne répétera pas les erreurs commises après la précédente».

Les États-Unis sont désormais l'une des puissances de toute première grandeur. Il n'y a pas à douter de leurs intentions. Ils ont la religion de la paix. Nous espérons fermement qu'ils sauront voir la réalité telle qu'elle est et ainsi protéger le monde de nouvelles catastrophes, dont le point de départ aurait toutes chances d'être, comme précédemment, sur le Rhin.

En agissant dans ce sens, ils se conformeront à l'idéal du grand citoyen du Monde qu'était Benjamin Franklin.

Je le prends à témoin en cet instant, où je suis si profondément touché par la chaleur et la sincérité de votre accueil et je crois pouvoir dire que les sentiments que je viens d'exprimer sont partagés par de nombreux autres délégués à cette réunion.

Mais, par dessus tout, je veux vous remercier d'être ici et de sentir, une fois de plus, combien les Français et les citoyens des États-Unis sont faits pour se comprendre, s'estimer et s'aimer.

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

HENRI LEBESGUE

(1875-1941)

déposée en la séance du 21 octobre 1946,

PAR

M. ARNAUD DENJOY

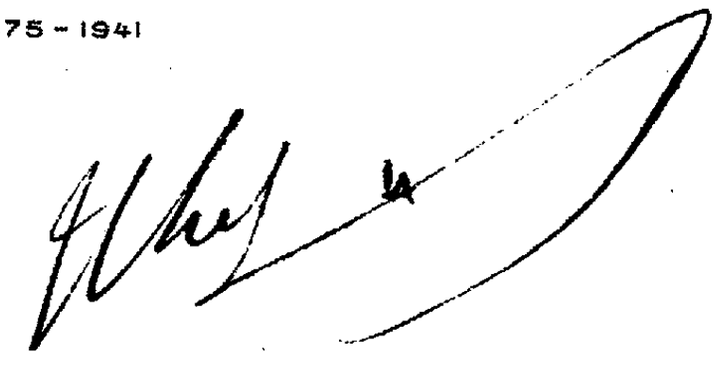
Membre de l'Académie des Sciences.

Aussi longtemps l'Analyse mathématique éveillera-t-elle des ferveurs parmi les hommes, aussi longtemps l'intégrale de Lebesgue perpétuera le souvenir d'un Français justement admiré.

Henri Lebesgue était né en 1875, à Beauvais, où son père et sa mère enseignaient à l'école primaire. La physionomie mentale d'un personnage connu peut s'éclairer au détail biographique. La catégorie sociale où notre famille s'est inscrite cantonne notre enfance et notre jeunesse dans un monde nettement délimité, d'où prennent

HENRI LEBESGUE

1875 - 1941



leur premier essor nos idées et nos jugements sur l'ensemble de la société. Nul n'embrasse dans son coup d'œil la vaste diversité des modes d'existence enfermés dans les alvéoles où se cloisonne la ruche active des hommes.

Lebesgue fut élève de l'École Normale supérieure. A la sortie, il ne se classa point le premier à l'agrégation des sciences mathématiques, mais seulement le troisième. Ses deux camarades normaliens qui l'avaient dépassé ont eu eux aussi une belle fortune scientifique. Mais la notoriété et l'admiration conquises par chacun d'eux dans le monde savant inversèrent l'ordre où le concours les avait situés. Dans cette république répandue en citoyens clairsemés sur tous les États civilisés de la planète, ils furent le premier considéré, le second réputé, le troisième illustre. L'observation en est banale: d'une intelligence d'ailleurs brillante, les succès scolaires certifient la plasticité, la carrière inventive démontre l'originalité. Les deux caractères, sans être incompatibles, ne vont pas nécessairement de pair.

I

C'est dans sa Thèse de Doctorat ès sciences, soutenue à l'âge de 27 ans, que Lebesgue fit connaître sa conception de l'intégrale.

Intégrer, c'est pousser à l'infini les deux règles conjointes de Descartes: d'abord diviser la difficulté pour la mieux résoudre, ensuite recomposer cette désagrégation préliminaire.

Dans une masse étendue, une cause s'exerce, un effet s'accomplit. Si l'intensité des phénomènes était constante aux divers points, les résultats se manifesteraient proportionnels à cette intensité et à cette masse à la fois. Un simple produit de deux facteurs les livrerait. Mais si ces intensités sont fluctuantes, comment évaluer leur concours total? Par la pensée on partage le corps en éléments tellement réduits et ainsi disposés que sur chacun d'eux l'action et sa conséquence, rapportées l'une et l'autre à la mesure de la parcelle, ne présentent plus de variation appréciable. Les évaluer est donc immédiat. Additionner ensemble ces infiniment petits pour calculer

le phénomène total, c'est procéder à une intégration. Le tout est de prendre la partition préalable par le bon biais.

A la fin du dix-septième siècle, Newton, Leibniz avaient ouvert la voie. Puis leur outil s'était révélé insuffisant à certains emplois nécessaires. L'allemand Riemann, le mathématicien doué du génie le plus imaginatif et le plus puissant du dix-neuvième siècle (sous la réserve des titres de Poincaré), recréa l'instrument par une innovation hardie, opérant une révolution des idées. Mais avec les années la fécondité de l'intégrale riemannienne se trouvait exploitée jusqu'à l'épuisement et les limites de son pouvoir atteintes partout. Sur les terres neuves de l'Analyse mathématique les expéditions conquérantes marquaient le pas. Lebesgue fut le thaumaturge dénouant les liens où tant de compagnons d'avant-garde étaient comme par un enchantement retenus. J'ai entendu soutenir par un étranger que la découverte de Lebesgue pouvait sans lui se faire attendre cinquante ans. C'est le délai dont la science devrait à Lebesgue la merci.

*
* *

On ne saurait trop exalter le rôle de ces conjureurs de sortilèges par le magnétisme de qui s'évanouit à notre vue l'échafaud des barrières dissimulant le secret d'un palais féerique.

Les pionniers dans leur marche laborieuse et patiente sont arrivés au pied d'une sombre muraille de rochers, haute au point de leur masquer le ciel aux abords du zénith. A leur droite et à leur gauche s'élèvent les montagnes abruptes creusant le val dont ils foulent, désemparés, le fond. Une lumière avare s'appauvrit jusqu'à eux. C'est un bout du monde. Sur la veille de chacun la solitude, les ténèbres s'alourdissent. Et voici que, à la voix d'un seul, charmes et prestiges opérant sous cette unique parole, au sein du colossal bloc noir, dalle funèbre murant un sépulcre d'espérance, une aube semble poindre. Une lueur de grisaille, une phosphorescence fluide se répand à travers la masse géante. Elle en franchit les contours. La roche s'est dissipée dans une nébulosité encore épaisse et blafarde,

mais qu'une flamme toujours invisible éclaircit et dilue d'instant en instant davantage. Puis, comme dans le conte slave, tandis que les derniers lambeaux de brume fuient vers le haut du ciel, aux yeux de l'armée envahissante saisie d'admiration et troublée, la ville sacrée apparaît sous son diadème de clochers, dont les bulbes enveloppés d'or réfléchissent en dards éblouissants les rayons du soleil vainqueur.

Une découverte, celle de l'intégrale de Lebesgue, n'est d'abord entendue en son vrai sens que de rares adeptes, prompts à éclairer de ce flambeau saisi quelques coins obscurs de la science. Même la réaction générale est hostile et vive contre l'irruption d'une idée balayant sans égards les jugements révérés. Lentement, mais irrésistiblement, la lumière pénètre un monde d'esprits de plus en plus étendu. Une heure vient où, dans cet ordre de pensées, la dernière acquise des grandes vérités apparaît à tous comme le jour claire, évidente, et pour finir banale.

II

La science peut à tout moment recevoir d'un savant isolé une impulsion, une orientation inattendues. Comment obéirait-elle à un plan préparé? Monument édifié par l'effort collectif des générations humaines, et dont la croissance ne devrait s'arrêter qu'avec l'extinction de notre espèce, comment ce travail toujours poussé vers des fins inconnues suivrait-il un cours tracé d'avance ou même prévisible à courte échéance?

Déjà pour une construction limitée, enfermée dans une fraction de la vie d'un homme, le plan lui préexiste-t-il? Un même travail de gestation n'enfante-t-il pas de l'œuvre tour à tour les éléments dissociés et l'ordre qui la parfera? Naissant de bourgeonnements progressifs, elle est conçue dans ses membres disjoints avant d'être au sein de l'esprit montée en assemblage organisé.

Le fleuve ne dit pas: «Je creuserai mon lit d'abord. J'y coulerai ensuite.» Le fleuve creuse son lit en coulant et à force de couler il

lui donne une forme nette.

Jamais nulle science ne connaîtra le plan qu'elle met en œuvre. Car un indéterminé sans borne la séparera toujours de son terme.

N'obéissant pas à un plan préconçu, c'est une création.

La science va vers sa destinée à la façon d'un flux de lave lourde et boueuse. Dans l'épaisseur de la masse et lui imprimant son mouvement, mille bêtes grouillent, se multiplient en une fièvre active. De loin en loin l'une d'elles, monstrueuse, surgit de la surface et brise le front du flot. La traîne visqueuse pendant de ses élîtres et de ses pattes de faucheux dépose sur le sol la trace où se déviera un bras du paresseux courant. Et après bien des années, à l'aisselle de la bifurcation, la science encore laissera un emplacement vierge de son passage, tandis qu'une grosse artère de cette circulation fluide aura pris pour amorce et gonflé le sillage marqué jadis par la souveraine hardiesse d'un être se détachant seul devant tous.

Les promoteurs de la science lui impriment, au moins pour un temps, le tour de leurs attraits de pensée et de leur goût, bref leur style. La science en formation présente un caractère changeant et humain, qu'elle perd avec le recul de l'époque, en se décharnant du superflu, en se rétractant à l'essentiel, pour devenir impersonnelle et squelettique.

*
* *

Dans deux courts Traités, toujours avidement lus, — je m'excuse d'en désigner les titres explicitement —, l'un sur l'intégration, l'autre sur les séries trigonométriques, Lebesgue expose sa théorie et le brillant parti qu'il en tire.

La facture d'un ouvrage elle aussi joue son rôle dans la carrière de l'invention qu'il publie. Nous autres mathématiciens, avec notre horreur cartésienne de simuler une descente de Sinaï, environnés de nuages, les bras chargés de tables gravées d'une révélation, puis obéissant à notre conviction spontanée que pour faire paraître le plein sens d'une vérité il faut décrire une voie conduisant naturelle-

ment à son évidence, et encore pour savourer la joie de peindre à d'autres la liesse d'une victorieuse aventure, peut-être abusons-nous de cette démarche maïeutique associant le disciple à l'élaboration de la trouvaille. Cette partie du plant où circule le plus intensément la sève est celle dont le dépérissement sera le moins tardif. Une génération proche, ayant cueilli le fruit, extrait son suc, abattra et jettera le reste.

Le plaisir de la découverte a été si vif que les auteurs semblent vouloir prendre le lecteur par la main pour lui faire suivre avec eux toutes les étapes de leur fortune.

Une chaîne de montagnes dont la crête passe pour infranchissable borne la contrée et la sépare d'un versant inconnu. Descendant et escaladant les pentes des ravins, déchirant ses poignets aux arêtes des rochers et aux épines des buissons, un homme a trouvé la succession des failles l'amenant à la brêche insoupçonnée par où l'accès aux terres d'outre-mont, ignorées et fécondes, est désormais facile. A qui veut l'écouter, l'auteur de la découverte, tout à son propre bonheur, ne fait pas grâce d'un détail touchant les conditions où s'offrait le problème de sa recherche, les hypothèses naturelles à envisager, comment l'une après l'autre furent-elles controuvées par le relief et les accidents du sol, jusqu'à une dernière qui, circonvenue par intuition heureuse et déduction habile, enfin livra la clef de la solution.

Mais plus tard, la sente tracée par l'inventeur, avec ses escarpements gravis, ses plongées abruptes, ses détours qu'une connaissance approfondie de la montagne permettait d'éviter, tout ce vénérable pittoresque de l'inspiration novatrice, tout cela est négligé, puis oublié. Sur les vestiges de ce chemin, l'abrégeant par endroits, une large route s'est construite. Le public n'en connaît plus d'autre. S'élevant par une pente égale, enjambant les gorges sur des ponts, serpentant au flanc des montagnes, elle gagne le sommet du col. En quelques minutes, cette montée originairement si laborieuse est parcourue et le riche pays qui lui fait suite est atteint.

Il faut dix ans de travaux pour permettre à un train chargé de voyageurs de franchir en vingt secondes la largeur d'un fleuve.

Pour celui qui, ingénieur, entrepreneur, contremaître, a, du premier jour au dernier, pris part à la construction du pont, cette jonction des deux rives est une épopée de rocs noyés, de piles surgies de l'eau, d'immenses raccords de fer les reliant, de croisillons, de rivets, de boulons. C'est avec cela que pendant deux lustres la vie de cet homme s'est confondue. A son sens il y a de l'aberration à s'imaginer comprendre ce qu'est le passage d'un bord de la rivière à l'autre si l'on n'est pas descendu au détail de toutes ces opérations dont son esprit s'est pendant des années repaît à satiété.

Pour le voyageur qui, debout derrière la vitre de son wagon, a vu de loin le ruban d'acier bleui de la rivière sous-tendre l'horizon, puis dans le fracas et le tonnerre du métal trépidant, la terre ferme se démettre, la nappe striée de remous glisser droit sous lui, l'autre berge se rapprocher et grandir, le sol cultivé ou bâti reprendre, à cet homme uniquement occupé du motif et du terme de son voyage, qu'importent cette transition incidente du bond par-dessus le fleuve et l'originelle mise en chantier qui la lui permit?

*
* *

Telle belle réussite sera par les contemporains magnifiée pour avoir couronné un long enchaînement d'efforts vains ou balayé un chaos de velléités impuissantes. Un avenir prochain ne verra plus en elle qu'une brève liaison entre le périmé et le dès longtemps dépassé.

Lebesgue, bien à tort, se montra confus des dieux qu'il avait destitués, des statues qu'il avait renversées de leur socle. Il se penchait avec piété sur les uns, avec déférence sur les débris des autres. Passé le triomphe gagné par ses victoires, il aurait voulu faire chorus à l'anathème dont les vaincus le réprouvaient.

C'est affaiblir une œuvre, c'est lui imprimer une date et la con-

damner au prompt vieillissement, que de vouloir édulcorer les témérités où elle trouve ses titres par le soin de justifications premières, puis d'hommages, d'apaisements offerts aux idées qu'elle renverse.

Vain espoir de convertir par douceur persuasive le tenant d'une foi invétérée! Son entêtement, passionnel avant tout, étrangle sa naturelle ouverture d'esprit. Si la discussion s'engage, le moins compréhensif est le plus intraitable. Donnez la parole à une borne, elle aura toujours le dernier mot.

Tailler en pièces les idées dont un homme avait fait son credo coutumier, c'est lui arracher le toit sous lequel il abritait son vivre pensif. On ne saurait éluder sa révolte, sa résistance farouche. Composer par dévotion humaine avec la doctrine que l'on sape, poursuivre l'alliance de deux Testaments inconciliables, charité funeste, joignant la bouche d'un vivant au râle d'un agonisant!

L'auteur, animé de la certitude que l'avenir adoptera les vérités nouvelles qu'il apporte et abolira les fausses vraisemblances qu'il démasque, cet auteur doit dès son entrée en exorde procéder comme si cette ratification était accomplie et appartenait au passé. Il feindra d'ignorer les idées autour de lui amoureusement cultivées, âprement défendues et qu'il voue au néant. Il présentera son œuvre comme doit l'être au-delà d'une époque oubliée l'annonce d'un futur du moins conjecturé. Ainsi aura-t-il une chance de parler quelque temps à la postérité le langage dont elle usera elle-même. Il reculera d'autant pour son ouvrage le terme de l'inéluctable ruine.

L'œuvre durable, c'est l'arbre tournant ses fruits vers le passé en offrande à des vœux innés ou séculaires, mais plongeant ses racines dans l'avenir.

III

Au départ du travail mental qui le conduisit à l'intégrale, Lebesgue eut sa pomme de Newton: à propos d'un fait banal, dans un éclair la vision d'une cause universelle. Le problème des surfaces géométriques dites développables en fut l'occasion. Il s'agit des sur-

faces pouvant être étalées sur un plan sans subir d'extension ni de déchirure, ni de repliement sur elles-mêmes. On en réalise voici comment.

Prenez un large rectangle de carton suffisamment souple. Posez-le à plat sur une table de marbre. L'adhérence des deux surfaces est parfaite. Gauchissez le carton sans le casser ni le froisser. Vous faites un cône, un cylindre, le flanc d'un abat-jour ou, en imprimant à la feuille une torsion capricieuse, une nappe d'un galbe beaucoup moins régulier et simple. Dépliées sans être rompues ni doublées, ces surfaces reviennent s'appliquer exactement sur le plan de marbre. Elles sont développables.

Toutes les surfaces obtenues comme il a été dit offrent ce même caractère: Si vous posez sur le marbre la feuille ainsi forcée et si d'une chiquenaude vous lui imprimez un balancement, vous observerez que la surface du carton touche toujours la table suivant une ligne droite, et non pas en un point unique comme le ferait une sphère. Cette droite se déplace évidemment à la fois sur la surface et sur la table au cours du mouvement. Les mathématiciens disent que: d'une part la surface est éngendrée par la variation d'une droite, — aussi appellent-ils cette ligne une génératrice —, d'autre part, tout au long d'une même génératrice la surface garde le même plan tangent.

Cette double observation fournie par la déformation d'un carton raide, les géomètres anciens démontraient que toute surface développable la confirme.

Mais Lebesgue, sortant un mouchoir de sa poche et le chiffonnant entre ses doigts disait: « Voilà une surface développable. Car elle est exactement étalable sur un plan. Et cependant où se trouvent les génératrices rectilignes de la surface du mouchoir fripé, et le plan tangent invariable tout le long de ces génératrices absentes? »

C'est que l'auguste démonstration des géomètres d'autrefois exigeait que les développables eussent en chacun de leurs points un plan tangent et que celui-ci ne variât pas sinon avec une sereine continuité en accompagnant son point de contact. De sa remarque de sens

commun, Lebesgue concluait que la véritable géométrie des surfaces les plus conformes à notre expérience familière est bien éloignée des théories de son temps classiques, ces dernières idéalisant les conditions de la nature à trop large distance de la réalité.

Seulement, pour agréger au domaine de notre science ces phénomènes nouveaux dont le mouchoir fripé était l'emblème, il fallait réformer jusqu'en leurs principes les notions fondamentales de l'Analyse et de la Géométrie. De cette élaboration sortit l'Intégrale.

IV

Avec ces travaux de Lebesgue, lui-même l'a noté, renaissait en Mathématiques l'universel, l'éternel débat jamais clos, l'imprescriptible grief de la pensée substantielle contre la forme osant s'habiliter à la suppléer.

Une forme est créée pour donner une expression à un sujet. L'inventeur de la forme, on doit le supposer, éprouve au plus haut point l'épousaille exacte de cette forme à la réalité qu'elle enveloppe. Puis le sujet est oublié. La forme seule absorbe l'attention. Le jeu d'une symbolique lui est appliqué et la modèle et la transmue. On croit, on feint d'admettre qu'aux mouvements, aux attitudes de la forme le réel ne cesse d'obéir et de s'adapter. Et ainsi jusqu'à ce qu'un nouvel initiateur, retournant aux enseignements de la nature directement sentie, rejette la forme ancienne, en moule une neuve sur le corps à vêtir. Et celle-ci à son tour fera un jour prochain oublier le recours à la souveraineté du réel.

Une expression originale, derme exsudé par une pensée naissante et chaude, est ensuite empruntée comme une dépouille de mue par l'imitation débile et usée, qui s'y glisse pour s'en habiller.

La répétition exclut la sincérité. Même, dans un développement artistique tenir une promesse presque vaut de commettre une répétition.

En cette vaste branche des mathématiques dénommée par nous l'Analyse, l'élément du réel, c'est le nombre; comme pour le poète,

c'est l'image; pour le peintre, la couleur; pour le musicien, le son. Nous envisageons des nombres à valeurs changeantes, les fluctúations de l'un appelé fonction étant commandées par celles des autres, dites variables indépendantes. A la fonction se rapporte la chaîne des images éprouvées et vécues, des visions ressenties, des réponses mélodiques à l'émotion.

La facture du vers, du tableau, de la phrase musicale, c'est le pendant de l'expression analytique de la fonction. Les mathématiques de Lebesgue, comme celles de ses émules des temps modernes, sont par-delà toute loi d'expression des objets conçus. Les classiques recherchaient la causalité des faits dans les vertus de la forme: Persistance d'une vocation métaphysique, indéracinable de la pensée humaine, bien que toujours refoulée et châtiée à tout progrès du savoir.

Toute métaphysique est contresens à la poésie, à l'art, comme à la science.

Nos âmes externes — la part de nos âmes tournée au-dehors — prennent et échangent par les cinq sens leur connaissance du monde dont le spectacle leur est commun. Nos âmes internes, seules intéressées à la réalité mathématique, déploient pour observer une physique en elles incluse, un complexe de sens dont cinq sont à l'écho des sens externes, mais dont une profusion d'autres retentissent violemment ou sourdement aux éclats, aux poussées, au flux d'une houle, d'un branle de phénomènes dont notre vie intérieure éprouve le perpétuel balancement. La poésie, la peinture, la musique s'évertuent, parfois contre toute possibilité, à traduire dans le langage communicatif, c'est-à-dire fondé sur l'usage des sens externes, ce que les sens internes ont recueilli. Ce langage est la forme, la sensation pensée est le réel.

Mais ce besoin, cette curiosité du réel ne sont-ils pas contraires à la nature de beaucoup, ceux-ci cherchant leur délectation dans le jeu convenu de formes et demeurant inattentifs, indifférents à une substance dont la forme ne daigne même plus emprunter le prétexte?

La plupart des esprits sont de mauvais limiers dont on met vainement le nez sur la trace du réel. A la première forme coupant la piste, ils prennent le change et s'accrochent à elle.

On a dit que ni le soleil ni la mort ne se peuvent regarder fixement. Il nous faut un verre obscurci, un rideau d'illusions pour nous voiler un intolérable éclat. La contemplation des vérités capitales ne saurait être soutenue. Elle détruit ce composé instable de chimie et de psychologie qu'est l'homme.

*
* *

Notre vieux sensualisme français, qui si nettement anime la claire évidence cartésienne et même le précepte de Pascal: « A la définition substituez le défini », notre sensualisme se révolte contre le culte du littéral. Certes à Leibniz nous admonestant pour l'irréductibilité de l'esprit aux sens, nous accordons en une génuflexion:

L'intelligence est une matrice que la sensation féconde.

Mais nous redressant, nous proférons: Même dans les hautes mathématiques, tout est sensible. L'abstraction est une imposture.

Taine nous l'a appris: Toute notion d'objet est ensemble d'images, impressions collectées par nos sens et gravées en nous par la mémoire, avec leur innombrable diversité statique et cinématique, à la fois figées dans l'instant et se mouvant vers leur immédiat devenir.

Le problème de l'expression? Nouer autour de la gerbe d'images que l'on nomme l'idée une étroite ceinture de termes transparents.

Les images étant à la poésie ce qu'à l'être vivant sont les cellules, nous ne saurions penser que poétiquement.

Connaître un objet, c'est en posséder au moins une image, trace laissée en notre mémoire par une sensation née de cet objet.

Comprendre une proposition intelligible, c'est à chaque terme faire répondre une image de façon que le système de ces images soit enchaîné et cohérent. Autant de systèmes distincts sont conçus, d'autant de façons différentes la phrase est entendue:

D'un auteur comprendre la pensée formulée, c'est retrouver tou-

tes les images présentes en son esprit quand il a voulu en arrêter l'expression. Si l'œuvre suggère bien d'autres images que celles dont il a eu le sentiment, elle va au-delà de l'idée qui l'inspira.

L'œuvre a choisi un cerveau pour y naître. Celui-ci remplit sa tâche hermaphrodite: engendrement, conception, gestation, révélation au jour. Détachée du sein qui l'enfanta, l'œuvre appartient à tous. D'autres découvriront en elle plus que son géniteur lui-même n'y connut.

Le germe sitôt fait aspire à descendre son cours, ignorant de sa source. Dès l'état d'embryon, le fruit a sa vie propre. A son tour l'œuvre éclose féconde. Par des générations renouvelées sans limite, elle est la souche d'une postérité dont le semeur originel n'avait aucune prescience possible.

Souvent la création passe le créateur.

Mais de quelle idée la prolifération indéfinie a-t-elle fait le monde?

Les images dont la méditation du mathématicien se nourrit ne sont pas des évocations de sonorités, d'odeurs, d'impressions gustatives ou tactiles. Ce sont des visions et d'autant plus révélatrices qu'elles gagnent moins à être saisies concrètement en des traits. Dans les théories les plus modernes où le discontinu joue le rôle essentiel, où le continu est rompu en débris dont la masse totale subsiste, mais qui, observés à tel grossissement que l'on veut, ont chacun leur diamètre toujours inappréciable et sont écartés toujours les uns des autres, comment la plume sur le papier rendrait-elle un dessin fidèle transmettant à la rétine étrangère la figure de ce paysage fixé jamais, en perpétuel changement, visible au seul regard interne?

*
* *

A l'opposé de ces conceptions, certainement fidèles aux vues de Lebesgue, la tendance actuelle est à l'axiomatisation de la science. Lebesgue ne sympathisait pas avec cet engouement.

Les mathématiques se partagent en de nombreux chapitres dis-

tincts dont chacun est dominé par un système spécial de notions générales, liées entre elles par des propriétés fondées sur de certains raisonnements. On a observé que telles notions, rencontrées dans des corps de pensée divers, sont autant de visages empruntés par un même concept universel pour figurer dans ces différentes sociétés du règne numérique. Cette remarque est d'un grand intérêt. Elle ouvre sur le paysage de la science le belvédère des synthèses.

Le danger est ailleurs. La scolastique, l'hydre dont les cent têtes ne seront jamais irrémédiablement tranchées toutes d'un même coup, nous guette et nous menace de ses résurrections indéfinies. Meule puissante à broyer le vide, mais inapte à tirer quelque farine du moindre grain, de quelle superbe n'enfle-t-elle pas l'âme de ses disciples invincibles dans les joutes stériles du verbalisme! Certes, les mathématiques ne sont pas descendues à ce stade.

Mais ces universaux abstraits, dépouillés de tout contenu sensible, on nous montre que si nous leur appliquons aveuglément les mécanismes de la logique, sans aucun besoin d'évoquer ces concepts en l'une de leurs physionomies familières, toutes les vérités composant le patrimoine actuel des mathématiciens s'offrent une à une, reconnaissables individuellement sous des schémas communs. Et la découverte de toutes les vérités futures encore inconnues est, nous affirme-t-on, assurée par le même procès loin de tout appel au sentiment direct de la nature, tel qu'il s'acquiert au contact des faits d'expérience ou d'observation. N'est-ce pas là, ressuscitée, la prétention de scolastique ?

La production mécanique illimitée d'énoncés exacts ne serait d'aucun secours, puisqu'une pensée vivante devrait finalement mesurer la portée, le rang d'intérêt, de chaque proposition obtenue. Il sera toujours plus court de se demander, en tel état de la science, quelles questions importantes et générales sollicitent une réponse urgente et de chercher celle-ci en s'aidant des ressources contemporaines offertes par le savoir humain.

On pourrait certainement inventer une machine à fabriquer des sonnets. Disposant de collections complètes et répétées des mots

français assortis de leurs flexions distinctes, elle saurait les grouper sans enfreindre les règles de la métrique, de la prosodie ni même de l'accord grammatical. Le constructeur se targuerait valablement de reproduire immédiatement avec son appareil tout sonnet déjà publié, et d'émettre en un temps fini tous les sonnets possibles passés et futurs.

Mais pour découvrir de beaux morceaux de vers, serait-on plus avancé de fouiller cet amoncellement inconcevable de pièces correctement rythmées qu'en se fiant à l'imagination future des poètes? Avant d'admettre ces tirades fabriquées à la dignité de poèmes il faudrait s'assurer qu'elles ne sont pas éliminées de par certains critères négatifs, irréductibles à l'automatisme. D'abord l'assemblage des mots devrait offrir une possibilité de sens littéral, et cette condition serait la moins subtile. La suprême épreuve serait le jugement de valeur, purement subjectif, inspiré d'une philosophie et d'une esthétique, pour apprécier l'intérêt du sujet, le linéament du dessin. L'ingéniosité réglant des connexions et engrenages inertes ne peut pas suppléer à la discrimination par la conscience animée. Le discernement de la qualité est l'attribut de la vie. Aucune manœuvre de matière morte ne saurait y prétendre.

L'art est élection de traits. Vivre, c'est choisir. Ame vivante: substance qui librement élit.

V

Le transfini occupe dans l'œuvre de Lebesgue une place éminente. Transfini! par-delà l'infini! mots plongeant le profane dans des rêveries émues, nébuleuses, et intriguées. Or le transfini est dans notre nature, à l'infini rebelle.

Cinq siècles avant notre ère, Zénon d'Elée démontrait qu'Achille, le plus rapide entre les coureurs grecs, lancé à la poursuite d'une tortue, ne pourrait jamais atteindre l'animal. Car, disait à peu près le philosophe, l'homme aurait à franchir une succession indéfinie d'étapes et d'instants. En effet, au premier instant Achille part. Il est à

une certaine distance de la bête. En un second instant, il a parcouru cette première distance, mais la tortue a progressé. Et Achille se trouve devant la même difficulté qu'au début. Il est encore à une distance effective du balourd chélonien. En un troisième instant, quand le coureur aura franchi cette seconde distance, l'animal sera encore devant lui. Et ainsi indéfiniment. Il faudra compter une infinité d'instants préliminaires avant de parvenir à celui du contact.

Néanmoins ce suprême instant arrive.

Et l'allemand Cantor en conclut qu'il est possible de concevoir un rang immédiatement ultérieur à tous les rangs numérotés par des nombres entiers. Tout s'échelonne, dit-on, entre l'alpha et l'oméga. Pour Cantor, cet oméga est un nouveau commencement, le premier nombre transfini, laissant derrière lui la suite inépuisable des entiers finis.

En fait, dans cette évocation de la course d'Achille après la tortue, nous pouvons imaginer à peine quelques repères initiaux, trois, quatre, cinq. Notre pensée se fatigue promptement à gravir l'échelle numérique. Après s'être posée sur quelques-uns des premiers degrés, elle saute immédiatement à celui qui tous les domine. Nous tentons de saisir directement ce qui serait consommé si la chaîne sans fin des étapes était intégralement déroulée.

Ainsi, pas le seul infini, le fini très grand lui-même nous est inaccessible. Nos vains essais de le concevoir se lassent vite.

L'esprit de Dieu se joue de l'innombrable, mais il demeure dans le fini et le discontinu. L'esprit de l'homme, accablé sous l'innombrable, pour échapper à sa déroute se jette dans ses refuges de l'infini et du continu, créés par lui pour donner asile à sa panique.

*
* *

Avec son oméga, Cantor inaugure le nombre transfini. Mais, la tortue atteinte par Achille, celui-ci peut en apercevoir une autre devant lui. Une nouvelle gradation infinie se présente, qu'il faudra décrire en sa totalité et qu'un nouveau nombre, émule de l'oméga, relèguera derrière lui. Il n'y a plus de tortue qui tienne, le méca-

nisme est en route. Des bonds se succèdent, se perdent vers l'infini. La barre d'un oméga les arrête, puis sert de nouveau palier à une ascension ultérieure.

Cependant une entreprise illusoire nous tente. On voudrait construire une arithmétique pour ces nombres du par-delà le fini. Il est de leur essence que jamais ils ne se laisseront courber tous sous une loi unique. On agrandit de plus en plus le filet où l'on cherche à les envelopper. Au-delà de ces extensions, qui ne cessent de gagner du champ comme faisait le progrès d'Achille vers la tortue, il y a toujours un premier nombre échappant à elles toutes et posé sur leur front comme la couronne dérisoire de leur insuffisance finale.

Mais on veut se persuader d'avoir trouvé, de tenir le talisman qui nous enlèvera par-dessus toutes les lices capables de nous arrêter. Cette fois, l'élan sera si fougueux, la chevauchée si impétueuse qu'un bond suprême nous dressera au faîte du glacis. Le paladin croit à l'égalité constante de son galop toujours acharné. L'observateur voit le cavalier et sa monture diminuer d'instant en instant, leur dimension fondre à ses yeux. La course inlassable s'inscrit toujours davantage dans un insensible piétinement. Astreinte par plus et plus de rigueur étroite, elle tend sans pouvoir l'atteindre à un seuil devant lequel sa carrière infinie expirera, mais qui plus tard sera le tremplin d'où s'emportera la cavale d'une nouvelle ambition aussi bouillonnante, aussi folle et aussi vaine que les précédentes.

Et le même leurre toujours nous séduira. Encore le chant de la sirène nous ravira. Nous croirons enfin la tenir enserrée. L'étreinte se fermera sur notre poitrine. Nous aurons emprisonné le néant. Puis, relevant les yeux, à la ronde promenant le regard, nous reverrons non loin de nous le visage charmant, les carnations irisées et diaphanes, l'appel et la promesse des bras ouverts attisant la même espérance et concertant la même déception.

Toutes ces quêtes patiemment, longuement suivies par des replis de ténèbres, ces analyses obstinément fouillées, autant de coups de sonde jetés court au-dessus d'un abîme sans fond.

VI

Quel est donc pour le mathématicien ce bonheur de la vérité révélée par la découverte, si brûlant que l'auteur veut le faire envier à tous ?

On cite le transport d'Archimède, frappé de l'idée dans son bain, se précipitant nu par les rues de Syracuse en criant: «J'ai trouvé!» pour en porter à la hâte la nouvelle au tyran qui avait posé le problème brusquement résolu.

Au terme d'une investigation obscure, opiniâtre et pénible, soutenue par la seule confiance que le mystère et le secret enveloppent la beauté d'une Phryné, observer les voiles un à un tombant jusqu'à l'apparition de la statue de chair, c'est la récompense esthétique dont se laure une éclatante victoire.

Est-ce bien l'empyrée d'ivresse où bondit l'âme d'un Wagner, d'un Beethoven, quand il entend, il voit, assourdi de leur vacarme, aveuglé de leurs foudres, les clameurs de l'inspiration et toutes les flammes de l'idée ?

*
* *

Les mathématiques, dit-on communément, renferment une poésie. Certes. Mais où n'en trouve-t-on pas? Voyez le Sahara. Scintillement de l'horizon à travers l'espace grésillant sous les midis torrides, déclin du jour sur des couchants de solfatare incendiée, anciens lits de mers desséchées dont le sel a revêtu le fond d'une galvanoplastie d'argent posant au creux du désert une vasque trop aveuglante, magie des sables enchantés de mirages, ces phases d'une même splendeur invitent aux images de la poésie.

Retirez cette lumière fantasmagorique apportée d'ailleurs, ses feux nuancés jouant sur l'arène jonchée d'ossements blémis. Subsistera-t-il la palpitation d'une vie endormie sous l'ombre nocturne? De nulle pulsation, de nulle vibration ne tressaillera le champ de la mort.

*
* *

Le climat des mathématiques est commandé par les rigueurs d'une logique implacable. Mais ce despote est imparfaitement gardé de l'incohérence et de l'erreur. Toute création d'une variété nouvelle d'infini l'a fait trébucher. Le transfini lui ménagea une épreuve dont il ne s'est pas encore tiré victorieux. Philosophes et mathématiciens ont uni leurs efforts pour dénouer la crise. L'avis donné par Lebesgue à ce propos garde encore tout son poids. La trêve est ainsi venue: en se gardant de toute affirmation de foi, chacun, adoptant indifféremment les explications rivales, devra s'appliquer à pousser leurs conséquences raisonnées aussi loin qu'une première contradiction surgie n'aura pas rendu caduque l'hypothèse mise en échec.

Ce tyran sourcilleux, cette raison oublieuse de ces carences, maudissant tout entraînement imaginatif ou sentimental, nous dicte des leçons moroses, quasi-lugubres:

Intuition? Illusion. — Chaleur et conviction? véhicule habituel de l'erreur. — La preuve par l'hymne trouve en nous des oreilles sourdes.

*
* *

Le Dieu de Platon et celui de Vigny se répondent.

Le premier, absorbé de calculs, — «et toujours le dieu géométrise», dit l'Athénien —, rapportant ses inspirations à la froide nature de la ligne et du nombre, insoucieux des besoins affectifs de l'homme, harmonise l'univers par la vertu des figures et des proportions exactes. Sur la règle de ces conceptions l'esprit du savant se modèle inévitablement. A vouloir atteindre les ressorts et les rouages imprimant son mouvement à l'horloge du monde, à retirer de l'entrecroisement inextricable des causes et des effets enchevêtrés les fils conducteurs des liaisons fondamentales, — le savant débrouille l'écheveau de Dieu —, la pensée tend à se fondre en celle de la divini-

té et s'éloigne pour autant de l'humain. La compréhension réciproque des âmes s'affaiblit. Pour l'esprit dressé aux disciplines de la science, les évidences communes pâlissent et s'éteignent. D'autres s'allument devant lui, obscures à la foule. Cet écart grandit avec le progrès de l'individu pénétrant davantage en ses secrets le Système de la nature.

La sottise des hommes doit être un mystère pour l'intelligence de Dieu.

Entendons maintenant Vigny nous parler outre-tombe: Dieu n'est ni bon, ni moral, ni juste. Artiste, ayant de l'artiste la cruelle insensibilité, il a donné aux espèces pour ferment de perpétuité l'amour dont il n'a pas gardé sa part. Effusions, larmes, béatitudes: mécanisme d'hormones suintant aux bons endroits. A l'humanité nul espoir, nul recours sinon en elle-même.

La femme, — peut-être surtout notre Française —, gardienne de l'âme instinctive du genre, n'aime pas la science. La science n'est pas la civilisation. Celle-ci est fleur humaine, l'autre ronce et chardons divins. La mystique du savant, tendue vers la nudité grossière et brutale du vrai, doit répugner à celle pour qui parure et costume sont aussi bien total symbole et certaine réalité.

Civiliser, c'est instruire de feintes. La science est fermée à l'amour et au mensonge, également.

VII

En Lebesgue désormais cherchons l'homme.

Nous souhaitons voir les qualités du cœur parer les dons de l'intelligence. Il nous faut que de chaleur humaine demeure baignée une âme qui pouvait se glacer à vouloir épouser le génie de la divinité.

Lebesgue nous apporte à cet égard tous apaisements. Il fut bon époux, excellent père, sociable et de plaisante compagnie.

De subir les griffes de la chimère sans miséricorde ni pause crispées dans sa chair pensante n'avait pas aigri son humeur.

Il était la loyauté, la franchise mêmes. Je me rappelle une visite de candidature académique rendue à l'un de mes professeurs de jadis et où ce dernier, puisant une image dans ses souvenirs de volontariat, clama tout vibrant : « Lebesgue ? il est droit comme un sabre de cavalerie ! » N'ayant jamais tenu en mains une arme de cette sorte, j'eus recours à la gravure pour vérifier que l'expression de ce jugement ne démentait pas son accent pénétré.

Une polémique, dont le souvenir n'est pas perdu, opposa Lebesgue à l'un de ses collègues. Notre héros mena sa partie avec la fougue de son tempéramment, mais sans manquer aux lois d'une probité scrupuleuse et chevaleresque. Le temps était longuement dépassé, il n'était pas déjà revenu, où cette constatation vaut éloge.

*
* *

Lebesgue avait le talent de faire sourdre de ses moindres propos le comique. C'est un pli de l'esprit auquel peut-être la pratique de notre science l'avait disposé.

Nous autres mathématiciens administrons nos preuves autant par ironie que par maïeutique.

Nous appelons nos vérités des théorèmes. Un théorème d'abord formule relativement à certains objets une hypothèse, condition supposée remplie par eux. Puis il affirme qu'une conséquence logique de cette prémisse est la jouissance par ces mêmes objets de telle propriété formellement distincte de l'hypothèse. La question est de légitimer par le raisonnement cette conclusion. Deux voies s'offrent à notre choix.

Ou bien, accrochant solidement à la donnée de l'hypothèse la chaîne alternée des « puisque » et des « il s'ensuit », nous aboutissons inexorablement à la conclusion prédite. Si nous avons eu soin de déclarer à l'interlocuteur la seule hypothèse, en lui cachant la conclusion qui est notre but, si nous feignons de laisser trouver à notre dialecticien et par lui-même, un à un les poussant sous sa main, les

jalons successifs du progrès inductif, si nous lui inspirons l'illusion d'arriver par sa réflexion propre au terme où nous le conduisons à son insu, la maïeutique a joué.

Ou bien nous déclarons le théorème faux. Nous posons que le contraire de la conclusion est le vrai. Tel est notre départ. Tandis que nous pensons des « si » commandant des imparfaits et appelant au conditionnel leurs conséquents, devant notre partenaire nous nous tenons affirmatifs. Nous le conduisons de pas en pas jusqu'au point où l'impossibilité de l'hypothèse éclate. C'est le fossé où tout l'échafaudage dressé sur une base inconsistante s'écroule. La conclusion était vraie, puisque supposée fausse elle anéantit l'hypothèse. On a raisonné par l'absurde. C'est l'ironie.

Et dans les propos de la vie usuelle, telle est bien la signification de l'ironie. J'adopte un instant votre idée. Je lui laisse parler sa logique. Voyez l'allégation ridicule ou stupide où elle mène spontanément très vite: votre opinion n'était pas soutenable. Mais le raisonnement est à peine esquissé. On vise d'un doigt léger les quelques rocs semés en travers du gué, sur où saute le pied pour gagner l'autre rive. Si, loin de laisser beaucoup au soin de deviner, le discours décrivait avec complaisance le déroulement inductif des propositions implicites, les voies de l'ironie socratique apparaîtraient, limitées généralement bien sûr à un court trajet.

Indisposant celui qui la souffre, l'ironie éveille la gaieté chez celui qui en jouit.

On rit de connaître l'avantage d'être soi.

Avantage intrinsèque? Le rire est béat, inoffensivement. Les visages alentour l'adoptent et le reflètent. Avantage de comparaison? Le rire désoblige, vexe, irrite, injurie.

L'ironie de Lebesgue n'était pas incisive ni mordante. Évitant les allusions individuelles, elle campait d'un mot la caricature d'une opinion anonyme et commune. Nul n'en était blessé. Elle n'écorchait pas les amours-propres.

*
* *

Au dire de Swift, la politique est la marotte des mathématiciens.

Lebesgue mourut en juillet 1941, ulcéré dans son orgueil national par l'insulte constamment ressentie à subir la vue du soldat étranger maître de nos rues et le mépris affiché par le vainqueur pour toutes les valeurs spirituelles de la France.

Mais, au regard du penchant à la politique, Swift eût déclaré Lebesgue mathématicien douteux. Peut-être une rare pureté d'âme fait-elle pâlir l'intérêt porté aux affaires publiques. On se plaît à noter les divorces fréquents de la morale et de la politique. Faut-il s'étonner si, même se cotoyant, elles ne se mêlent pas? En l'une et l'autre la source de la doctrine est si différente!

Kant nous dit: Pour établir votre loi morale, inquiétez-vous des meilleures convenances d'autrui. La règle qui, adoptée par tous, procurerait la plus grande satisfaction à l'ensemble des hommes doit devenir la vôtre.

Pour fixer nos opinions politiques, nous suivons l'ordre inverse. Imaginez le plus large rayonnement d'occasions et de facilités où, dans toutes les directions possibles, vos goûts, vos intérêts, vos appétits s'épanouiraient sans nul obstacle. L'étoile de vos convenances idéales entre ses bords dessinera le système de vos convictions politiques, le moule dans lequel vous souhaitez couler la société.

Les mathématiciens de Swift ont sur beaucoup l'avantage de savoir comment les tendances simultanées multiples, concurrentes ou divergentes, se composent entre elles dans une résultante unique, dissemblable à chacune d'elles. La politique des grandes masses, États, vastes partis doctrinaux, subissant l'impulsion de facteurs immanents supérieurs aux variations des caprices temporaires, cette politique serait la plus promptement accessible aux mathématiciens. Peut-être démêleront-ils moins bien le chaos de tourbillons et de remous entretenu par le désordre des forces affectives ou persuasives et observé à l'échelle de la molécule humaine.

Ils sont pour la plupart opposés aux inégalités sociales étrangères au mérite personnel. « Il n'y a pas en Géométrie de chemin privilégié pour les rois », disait un ancien à son souverain qu'il instruisait. Leur pied toutefois ne perd pas son appui sur le sol. Altruisme et générosité, certes, mais suggérés par la raison calme. La solidarité des hommes se heurte à cette borne, que chacun joüit pour son compte et jamais pour le compte d'autrui.

Mais ne blasphémons pas la vertu de l'amour.

Comme si l'âme de Lebesgue avait gardé une angélité d'adolescence, il se tenait volontairement ignorant ou sereinement indifférent à l'égard de tout ce qui est enjeu de batailles sociales. Il n'eût certainement pas ressenti le présent désarroi de l'opinion: dans les conjonctions gouvernementales, tous les partis perdant leur virginité, plus de partis vestales, tous les feux sacrés s'éteignant. . .

VIII

Parlons de sa vie scientifique.

Lebesgue écrivit peu, si l'on considère l'ampleur du mouvement imprimé aux mathématiques par ses idées. Il savourait le plaisir d'imaginer, de voir naître l'esquisse. Il reculait devant les douleurs d'accomplir laborieusement l'œuvre. Le plus agréable est de concevoir et le moins d'enfanter. Toutes les mères en témoigneront.

Il avait une façon très personnelle et singulière de lire les productions des autres. Il lui est arrivé plusieurs fois, — il s'en amusait beaucoup lui-même ensuite —, de quereller un auteur sur une prétendue opinion gratuitement prêtée à celui-ci par Lebesgue, alors que la rectification exigée par ce dernier reproduisait tout uniment le texte initial de l'autre.

La lecture n'était pas pour Lebesgue une abdication de la personnalité, une démission de sa pensée propre, s'abandonnant docile à une gouverne étrangère. De l'article parcouru d'un coup d'œil rapide il extrayait de sommaires indications et il en tirait sa conclusion sur le sens de la question étudiée et la voie adoptée pour la résoudre.

Partant de ces données succinctes, il prétendait restituer le travail de l'auteur. S'il lui arrivait de tomber dans le piège d'une erreur séduisante, d'apercevoir sa malencontre, de s'évader par une ingénieuse ressource, il hésitait à croire son confrère capable d'avoir traversé indemne la même embûche. Aussi lui reprochait-il la méprise que l'autre avait su se garder de commettre.

Accoutumé à creuser le fond de sa propre pensée et à plonger toujours plus avant son forage, s'il remontait à la surface du sol et découvrait autour de lui l'orifice des modestes puits ouverts par les chercheurs, il ne se sentait pas le goût de répondre à l'appel de ceux-ci pour les suivre dans leurs descentes limitées. Il préférait de sa propre mine creuser une galerie pour les rejoindre.

Savoir lire, savoir écrire: talent reconnu aux lauréats des écoles enfantines, ou bien, sous une entente de manière, aux hommes les plus foncièrement cultivés; à l'exemple de cette décoration de l'armée, décernée glorieusement aux soldats héroïques et libéralement à des subalternes chevronnés, ou réservée aux premiers des chefs.

Certains esprits, immédiats, bondissants et légers, sur-le-champ réagissent aux invites offertes par le propos d'autrui. Ils criblent de flèches courtes et menues l'épiderme du sujet, sans atteindre le cœur. D'autres, plus lents à émouvoir, exercent sur l'obstacle une pesée continue et croissante, jusqu'à l'éclatement des ais, l'écroulement de la muraille. L'intelligence de Lebesgue joignait la force à la vivacité.

* * *

Les consécrations officielles ne lui manquèrent pas.

Les Compagnies savantes — ou lettrées — élèvent jusqu'à elles ceux qu'elles distinguent. Elles haussent par-dessus elles ceux qu'elles méconnaissent.

Malgré les réactions tumultueuses provoquées par ses premières publications, Lebesgue n'eut à se plaindre ni des Facultés ni de l'A-

cadémie des Sciences. Il n'attendit jamais indûment son tour. Il obtint l'honneur de choix d'enseigner au Collège de France.

*
* *

Il a noté, en y reconnaissant un peu son histoire, le désenchantement des mathématiciens âgés, à l'égard, dit-il, « de la science qu'ils ont tant aimée ».

Le jeune homme, recevant son initiation à la Géométrie, à l'Algèbre, s'émerveille de pouvoir, par la seule vertu de la raison sévèrement endiguée contre la fantaisie, déterminer, fonder sur quelques postulats les propriétés de l'espace, puis la mécanique et maint rameau de la physique. Il conçoit l'espérance démesurée d'investir dans l'enceinte clôturant l'empire du nombre la totalité de l'Univers. Mais la voie sur laquelle il s'élance reste indéfiniment droite. Il attend vainement l'indice d'une incurvation latérale révélant que sur elle-même se fermera la course. Les pays laissés sur le bord du trajet et qu'il rêvait d'enclore à l'intérieur d'une circonvallation immense, restent passés définitivement, sans retour perdus à sa connaissance.

A cette mélancolie d'avoir trop escompté du secours de leur science, les mathématiciens vieillis ajoutent l'usure commune infligée par le temps aux facultés d'enthousiasme, devenues paresseuses et exigeantes.

Tel est le dernier lot de nos esthétiques lassées: la laideur nous écœure, la beauté nous ennuie, à moins de nous brûler l'œil de son diamant.

Lebesgue souffrit de voir son ciel se dépeupler des astres dont l'illumination avait grisé d'extase son âge ardent. Mathématicien d'abord de goût, de passion, en fin le demeura-t-il par destination.

*
* *

Notre peuple détient l'apanage d'une élite exquise, recrutant à tous les niveaux au-dessus de l'étiage social ses membres, commençant à l'humble animateur d'une modeste entreprise.

Et il y aura toujours guerre latente ou déclarée entre la masse des Français et leur élite.

Dans la couronne des meilleurs Lebesgue avait sa place légitime. Sa mémoire est digne d'être conservée et honorée en sa patrie.

A cette vue d'ensemble sur la vie et l'œuvre de Lebesgue, ajoutons quelques détails.

L'agrégation acquise en 1897, il resta comme bibliothécaire-adjoint deux années complémentaires à l'École Normale. Ensuite il enseigna jusqu'en 1902 au Lycée de Nancy, et dès lors dans les Facultés, à Rennes, à Poitiers, enfin à Paris depuis 1910. En 1921, il quitta la Sorbonne pour le Collège de France, où il succédait à notre confrère Humbert.

Il prisait très haut dans son œuvre personnelle sa théorie de la mesure des ensembles. Les Anciens avaient appris à mesurer en leurs longueurs, aires, volumes le cercle, la sphère, le cône, le cylindre, etc.. Ces figures géométriques sont des ensembles de points groupés dans le plan ou dans l'espace suivant certains modes. Cantor avait abordé l'étude générale des ensembles de points et défini parmi eux des espèces et des classes. Après lui le problème se posa de mesurer ces configurations pour la plupart toutes discontinues. Borel avait de 1894 à 1896 trouvé et fait connaître les éléments complets de la solution. Lebesgue, sans avoir remarqué ce travail, fit la même recherche, puis soutint avoir amplement dépassé Borel sans rien lui devoir.

En fait les ensembles mesurables par le procédé de Lebesgue l'étaient déjà tous par la méthode de Borel et de la même façon. Toutefois ce dernier ne paraissait pas avoir soupçonné ce dont Lebesgue ne doutait pas, à savoir l'existence d'ensembles non mesurables du point de vue euclidien, c'est-à-dire non susceptibles d'une évaluation qui restât constante dans tout déplacement.

Cependant, l'application la plus importante de la mesure des ensembles — et Borel n'avait pas abordé ce sujet — était l'intégration des fonctions. Ici Lebesgue fut un novateur incontesté. Il croyait que la mesure borélienne n'avait pas la portée de la sienne et qu'elle procédait d'une vue plus étroite parce qu'au lieu de progresser de la mesure à l'intégrale, c'était de la conception originale de l'intégrale que Lebesgue était parti pour obtenir comme cas particulier d'une intégration (celle des fonctions égales uniquement à 1 ou à 0) la mesure des ensembles.

Les deux notions, intégrale et mesure, se mêlent intimement. Pourtant, si la mesure est selon Lebesgue un cas particulier de l'intégrale, il est beaucoup plus vrai que l'intégrale d'une fonction d'une variable est une aire, donc une mesure dans le plan. Aussi le problème de l'intégrale avait sa solution incluse dans celle de la mesure. En puissance les résultats de Borel contenaient ceux de Lebesgue. Mais les considérations de cette sorte, presque évidentes à celui qui, longtemps après l'événement de découvertes historiques, en étudie la genèse, sont normalement impénétrables aux inventeurs de ces vérités universelles, généralement rencontrées par eux en pleine nuit, sur une route qu'ils frayaient pour atteindre un but plus éloigné et souvent plus étroit. Borel avait trouvé la mesure des ensembles en cherchant à étendre la notion de fonction monogène d'une variable complexe. Lebesgue obtint la mesure en cherchant l'intégrale. Et celle-ci était-elle pour lui une fin, ou simplement une étape inévitable pour remplir le programme d'agrandir le domaine d'application de nombreuses formules fondamentales vers des régions où l'intégrale de Riemann perdait son sens?

En possession de cette arme nouvelle et puissante qui avait manqué à ses prédécesseurs, Lebesgue engagea aussitôt une campagne de brillants succès: calcul de fonctions primitives, développement en séries trigonométriques pour les fonctions rebelles à l'intégration riemannienne; et la découverte qu'une immense variété de propriétés, dont l'exactitude universelle est fausse, peuvent être vraies «pres-

que partout», c'est-à-dire si l'on néglige une exception rencontrée seulement sur un ensemble ponctuel de mesure nulle.

Borel avait introduit dans l'Analyse, et depuis plusieurs années, les ensembles s'obtenant à partir des intervalles par répétition indéfiniment accumulée des deux opérations alternées: réunion et intersection commune d'une infinité dénombrable d'ensembles d'espèces connues. D'autre part, Baire venait d'étudier les fonctions définies à partir des fonctions continues par des passages à la limite de suites convergentes, opération elle aussi répétée indéfiniment et transfiniment.

Lebesgue montra la solidarité des deux théories. Il établit l'existence effective de toutes les classes de fonctions considérées par Baire, et encore l'existence de fonctions étrangères à cette classification. Lusin et son école de Moscou retirèrent plus tard de cet admirable mémoire les principes de vastes théories nouvelles.

On trouverait difficilement illustration plus remarquable de la manière dont différents cerveaux, pareillement doués de génie, offrent ou opposent à la révélation d'une même connaissance chacun leur système propre d'affinités ou d'atonies. Aux uns cette vérité demeure inanimée et stérile. Pour un autre, l'épousaille avec l'esprit est intime et féconde. L'intelligence enrichit de rejetons l'idée dont elle s'est éprise.

Dans l'ordre chronologique, Borel, Baire, Lebesgue ont publié leurs découvertes en théorie des ensembles et des fonctions de variables réelles au cours d'une même période inférieure à huit années (entre 1894 et 1902). Et leur œuvre contient en germe une grande part des mathématiques modernes. Or Borel, dont l'activité se déployait d'ailleurs en même temps sur bien d'autres chapitres de l'Analyse, n'a pas accompagné les recherches de Baire ni utilisé l'intégrale de Lebesgue. Baire a pu ignorer la mesure, l'intégrale, les ensembles boréliens. Son œuvre est comme si toutes ces théories ne fussent pas encore sorties du néant. Lebesgue a suivi les premiers résultats de Baire, puis les idées de Borel, établi une jonction formelle entre

eux. Mais il n'a pas saisi le sens profond des théories de Baire. Il a cru que les données métriques pouvaient suppléer à une connaissance descriptive. Il n'a pas soupçonné que ces caractères sont trop grossiers pour se substituer à l'exquise subtilité des autres. Il eut une foi trop aveugle dans la vertu de la méthode d'approximation (dont Picard avait lui aussi fait un usage systématique): on modifie à son gré et de la manière la plus favorable pour ses propres vues les données, dans la limite d'une certaine marge; on résout la difficulté ainsi réduite; on obtient par là une approximation de la solution exacte; puis on diminue indéfiniment la marge. La solution approchée tend à se confondre avec la solution vraie.

Mais Lebesgue ne pensait qu'à l'approximation métrique. Il aurait fallu envisager encore et davantage les bornes de l'approximation permise dans l'ordre descriptif, si l'on osait altérer les champs de valeurs prises par la variable indépendante, comme il était loisible de le faire pour la fonction.

La manière de Baire et celle de Lebesgue différaient. Baire montrait comment et pourquoi cela est, Lebesgue pourquoi il est impossible que cela ne soit pas.

Un long et passionnant débat s'ouvrit au début du siècle, où mathématiciens et philosophes confrontèrent leurs vues sur ces questions: Qu'est-ce que définir? Ce qui en mathématiques ne saurait être individuellement conçu ni défini peut-il être regardé comme existant, ne doit-il pas être par présupposition exclu de tout champ de validité des théorèmes?

Lebesgue proposa la distinction des êtres définissables et des êtres simplement nommables, cette dernière classe, plus étendue que la première (à son sens), pouvant légitimement être admise au bénéfice des vérités générales.

Dans un ordre de sujets plus classiques, Lebesgue s'intéressa beaucoup au problème de Dirichlet, savoir de déterminer à l'intérieur d'un domaine une fonction harmonique par ses valeurs connues à la frontière du domaine. Il justifia un raisonnement célèbre, mais contesté

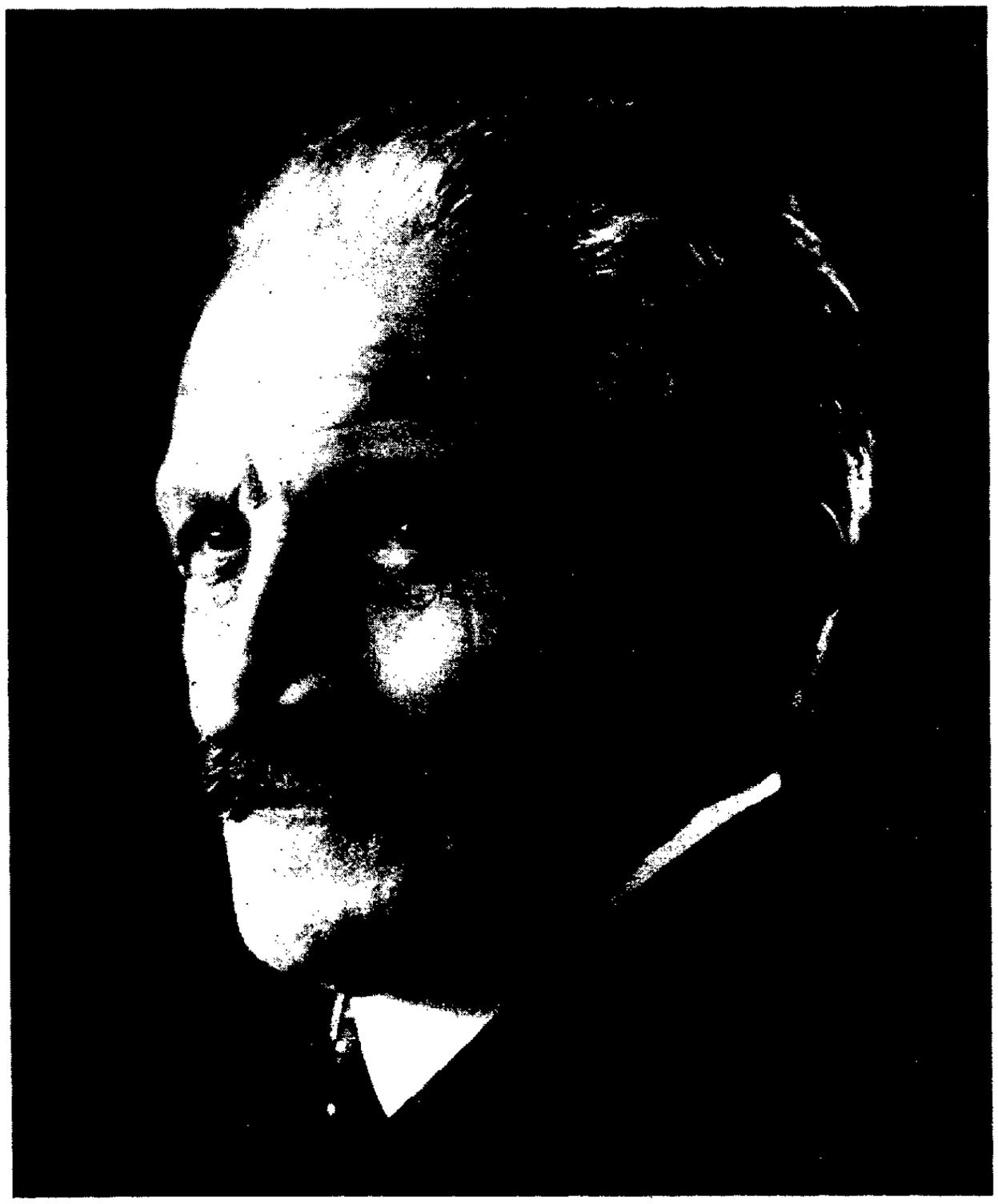
de Riemann, puis révéla que dans l'espace la continuité des données n'implique pas celle de la solution.

La géométrie des espaces cartésiens dite « de situation » suggère intuitivement des théorèmes dont la démonstration purement logique est souvent d'une très grande difficulté. On s'était laborieusement efforcé de montrer qu'une correspondance ponctuelle, réciproque et continue, entre deux ensembles assure l'égalité du nombre de leurs dimensions. Lebesgue fonda cette vérité sur la remarque suivante, de géniale simplicité: Quand on couvre un segment, un carré, un cube (pour s'en tenir aux espaces du monde sensible) avec des domaines dont chacun contient au plus un sommet (une extrémité) de la figure, il y aura toujours un point appartenant simultanément à des domaines en nombre excédant d'une unité au moins — et, si on le veut, jamais de plus d'une unité — le nombre de dimensions de la figure.

Lebesgue étudia également les variétés spatiales « enlacées ».

Lebesgue eut le souci de professer dans sa chaire du Collège de France un enseignement varié, tendant à renouveler à la lumière des théories récentes les sujets classiques.

Les derniers mois de sa vie furent assombris par les progrès du mal douloureux qui l'emporta le 26 juillet 1941. « C'est un deuil mondial pour les mathématiques », m'écrivit à cette nouvelle un ami holandais, mort lui-même depuis avec sa femme et son fils dans un camp d'extermination en Allemagne. Et en effet, les sociétés, les académies scientifiques de tous pays les plus difficilement ouvertes aux étrangers, avaient accueilli depuis longtemps Lebesgue. Peu de mathématiciens ont connu plus large célébrité parmi leurs confrères de la planète entière.



LUCIEN CAYEUX

1864 - 1944

L. Cayeux

NOTICE

SUR L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE

DE

LUCIEN CAYEUX

(1864-1944)

PAR

M. LÉON BERTRAND (1)

Membre de l'Académie des sciences.

Les grands traits de la vie et de la carrière de Lucien Cayeux, né le 26 Mars 1864 à Semousies, dans le département du Nord, Membre de la Section de Minéralogie de l'Académie des sciences depuis le 23 janvier 1928 et décédé le 1er Novembre 1944 en sa résidence de retraite à Mauves-sur-Loire, près de Nantes, ont été déjà retracés dans une publication de l'Institut, par M. Charles Jacob, en un discours prononcé le 7 juillet 1946, à l'inauguration d'une plaque

---

(1) Surpris par la maladie, M. Léon Bertrand est mort avant d'avoir pu terminer cette notice. Celle-ci était cependant presque entièrement rédigée. L'Académie a estimé devoir la publier telle que son auteur l'a laissée, sans y rien changer ni ajouter.

commémorative apposée sur l'école où Cayeux avait enseigné au début de sa carrière, à Avesnes-sur-Helpe (Nord). Aussi puis-je me borner ici à résumer l'œuvre scientifique considérable de mon prédécesseur et ancien collègue, qui s'est échelonnée sur plus d'un demi-siècle.

Cette œuvre, traduite par de nombreuses publications, parmi lesquelles plusieurs volumineux ouvrages sont accompagnés de nombreuses planches et figures dans le texte, a été consacrée, en majeure partie, à établir un corps de doctrine en un domaine de la science géologique qui, malgré quelques précurseurs (dont A. Delesse, membre de notre Section de Minéralogie de 1879 à 1881), avait été généralement très délaissé, avant Cayeux, par les géologues et même les pétrographes. Il s'agissait de la composition précise et des conditions de formation des *roches sédimentaires*, qui constituent cependant une part très importante des matériaux de la zone externe de l'écorce terrestre en un très grand nombre de régions de celle-ci. Pourtant avait déjà commencé, auparavant à briller d'un vif éclat en France l'étude de la composition et des conditions de genèse des *roches éruptives*, fondée sur l'examen des minéraux constitutifs de ces roches au microscope polarisant par les méthodes de détermination mises en honneur et précisées par Ferdinand Fouqué et Auguste Michel-Lévy dans leur magistral ouvrage *La Minéralogie micrographique*, suivi par le classique traité *Les Minéraux des Roches*, d'Auguste Michel-Lévy et de son élève Alfred Lacroix, à son tour devenu le maître français de la Pétrographie.

Lucien Cayeux, dans son étude parallèle des roches sédimentaires, a naturellement suivi la trace de ces maîtres, qui ont été ceux de sa génération et de la mienne, et utilisé leurs méthodes pour la détermination des minéraux de ces roches, soit que ceux-ci y proviennent *directement* de la destruction d'anciennes roches éruptives, soit qu'ils résultent de *néo-formations* et traduisant, par leur cristallisation, une évolution des anciens sédiments pour devenir des roches sédimentaires; ces minéraux, de l'une ou l'autre origine, constituent

une part, généralement prépondérante, des éléments des roches sédimentaires; Cayeux établit une documentation très complète pour la reconnaissance microscopique des restes de nombreux *organismes*, tant calcaires que siliceux, souvent présents dans les roches sédimentaires et même parfois assez abondants pour avoir eu un rôle capital dans la constitution des anciens sédiments dont elles sont dérivées. D'autres part, Lucien Cayeux a, très utilement, rassemblé et mis au point les diverses méthodes d'analyse, chimique, microchimique et chromatique, utilisables dans l'étude des roches sédimentaires et dont l'exposé constitue, pour une part égale à celle consacrée au diagnostic des éléments figurés (minéraux et restes d'organismes), la première partie d'une *Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires*, véritable manuel de technique, quoiqu'il s'agisse d'un volume grand in-4° de VIII + 524 pages, avec 80 figures dans le texte, accompagné d'un atlas de LVI planches. Il a d'ailleurs été publié, en 1916, dans la même série des *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France* que la *Minéralogie micrographique* de Fouqué et Michel-Lévy, dont elle constitue le pendant pour les roches sédimentaires.

En dehors des très importants ouvrages analytiques et descriptifs consacrés aux diverses catégories de ces dernières, qui seront sommairement résumés plus loin, d'autres études géologiques de Lucien Cayeux, qui ont été orientées en des domaines géologiques différents du précédent, ainsi qu'il sera indiqué dans les pages suivantes, témoignent de l'éclectisme avec lequel, à l'occasion, il sut dominer avec un plein succès certaines questions parmi les plus délicates de la Géologie. Néanmoins, son nom restera surtout attaché à la description minutieuse et à la recherche des conditions génétiques des roches sédimentaires. Malheureusement cette précieuse œuvre de documentation, essentiellement descriptive et analytique, est restée inachevée au cours d'un dernier volume, pour les phosphates de chaux du Maroc.

Toutefois, alors que l'âge ne paraissait avoir aucune prise sur la

robuste santé de Cayeux, lorsque, de temps à autre, il faisait de courtes apparitions à Paris, depuis qu'à la suite de sa retraite universitaire il s'était fixé à Mauves-sur-Loire, où les délicates fonctions de maire sous l'occupation allemande, auxquelles l'avait appelé la confiance de ses concitoyens, étaient venues en dernier lieu absorber son activité, comme par une prescience de sa fin prématurée, sa dernière publication, datant de 1941, simple plaquette de 80 pages à peine, constituait véritablement la *conclusion géologique* de ses longues études pétrographiques sur les roches sédimentaires. Sous le titre : *Causes anciennes et causes actuelles en Géologie*, cette brochure pleine de vues originales renferme la quintessence de l'œuvre si considérable qu'il avait développée en de volumineux ouvrages de grand format et accompagnée de nombreuses planches documentaires. Il léguait à ses successeurs le produit de ses mûres réflexions sur la question qui avait absorbé la majeure partie de son activité, comme pour servir de base à de futures discussions que certainement il eût souhaitées, pour le progrès de cette branche de la Science géologique, à laquelle ses innombrables observations au microscope ont apporté une assise solide et à laquelle sa mémoire restera attachée comme celle de l'un de ses meilleurs ouvriers.

ÉTUDES SUR LES ROCHES SÉDIMENTAIRES.

Lucien Cayeux, d'abord Préparateur, en 1887, à la Faculté des Sciences de Lille, puis à Paris depuis 1891, aux Écoles nationales des Mines et des Ponts et Chaussées avait déjà publié une soixantaine de Notes préliminaires, en grande majorité relatives à la région du Nord de la France, lorsqu'il soutint, en 1897, devant la Faculté des Sciences de Lille, où avaient eu lieu ses débuts dans la recherche scientifique, une importante Thèse de Doctorat, imprimée dans les Mémoires de la Société géologique du Nord (1) et intitulée *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (I. Étude de quelques dépôts siliceux secondaires et tertiaires du Bassin de Paris et*

(1) T. IV, 2, in-4°, 580 p. et 10 planches.

de la Belgique; II. Craie du Bassin de Paris). L'Académie des Sciences lui attribuait, en 1898, le *Prix Vaillant*, pour lequel le sujet proposé avait été le suivant, évidemment correspondant au contenu de ce Mémoire: « Étude microscopique des sédiments (particulièrement des roches secondaires et tertiaires), entreprise au double point de vue de la genèse des dépôts et des modifications qu'ils ont pu subir dans la suite des âges ».

Tout au long de ce mémoire fondamental se montrent déjà les idées directrices que nous retrouverons dominantes, tout en ayant progressivement évolué, dans tout le cours de cette partie la plus importante de l'œuvre de Cayeux; en ce qui concerne les roches étudiées dans sa Thèse, elles comprenaient, en premier lieu, diverses *roches siliceuses*, de types aberrants par rapport à la série classique qui correspond aux *sables quartzeux*, parfois très purs (tel le sable de Fontainebleau), puis aux *grès* résultant de l'agglomération d'un tel sable par un ciment, généralement siliceux, moins souvent calcaire ou même argileux, ou accidentellement formé par un dépôt effectué par une solution métallifère. Ces roches particulières provenant de dépôts secondaires et tertiaires du bassin de Paris et de Belgique, où elles ont reçu des noms divers correspondant à des aspects et des caractères assez variés, sont formées, pour une part qui peut être dominante, de restes d'*organismes siliceux fossiles*, associés en proportions variables à des *grains quartzeux détritiques*, donc provenant de la destruction de roches quartzifères antérieures, et aussi à *un ciment* silico-argileux, dans la formation duquel sont intervenues des réactions chimiques. Cayeux a esquissé à ce propos une classification des roches siliceuses (qu'il a précisée dans un mémoire ultérieur) comprenant 1° les *grès*, dont la silice est exclusivement ou en majeure partie détritique; 2° les *gaizes*, dont la silice est détritique, organique et chimique; 3° les *spongolithes* et les *tripolis*, où elle est presque exclusivement organique (spicules d'éponges dans le premier cas, diatomées dans le second); 4° les *cherts*, *silex* et *meulières*, où elle est exclusivement ou en majeure partie chimique.

Nous ne pouvons que citer ici, parmi les nombreux exemples étudiés par Cayeux dans sa thèse: diverses variétés de *gaizes* jurassiques et crétacées du Bassin de Paris; les formations voisines du Crétacé de Belgique dénommées *meules, têtes de chats, rabots, smectiques*; les *tuffeaux* (se rapprochant plutôt de grès à ciment siliceux opalifère ou calcédonieux) de l'Eocène du Nord de la France et de la Belgique. D'autre part, ces roches contiennent souvent de la *glauconie*, (silicate hydraté très complexe de FeO, Fe^2O^3, Al^2O^3, K^2O, Na^2O, etc.) dont la genèse était considérée comme liée à la présence des organismes présents dans la roche, soit résultant d'une substitution à la silice ou même au calcaire de leurs squelettes, soit développée à la place même de la matière organique disparue. Mais Lucien Cayeux a reconnu qu'en dehors de la glauconie résultant de l'intervention des organismes, d'autres formes de glauconie existant dans les roches qu'il a étudiées apparaissent nettement indépendantes de cette intervention, laquelle paraît cependant la condition la plus fréquente de la production de glauconie pendant l'évolution des anciens sédiments.

La seconde partie du mémoire ayant servi de Thèse à L. Cayeux était une étude approfondie de la constitution de la *craie* dans les diverses régions du Bassin de Paris, en ce qui concerne ses *minéraux*, les restes d'*organismes* et la constitution d'un *ciment* formé de carbonate de chaux pulvérulent. Pour lui, ce dernier provient de la destruction des organismes de la craie, par des voies pouvant être différentes, et non d'une précipitation chimique contemporaine de la sédimentation, contrairement à une opinion courante (laquelle semble, toutefois, en partie soutenable). Cayeux a d'ailleurs admis que cette formation du ciment a pu se continuer après l'émersion de la craie et même souvent se continuer de nos jours, sous l'influence des eaux météoriques qui apportent du calcaire pris à la surface ou qui travaillent à la destruction des éléments organiques de la craie. La transformation de la boue crayeuse initiale et la production, à ses dépens, d'un calcaire pouvant devenir cristallin embrasseraient toute la période de temps comprise entre son dépôt et l'époque actuelle.

Lucien Cayeux traçait, ainsi qu'il suit, le tableau des *métamorphoses de la craie dans le temps*:

Aux yeux de la plupart des géologues, la craie est un dépôt aussi peu différent que possible de la boue dont elle procède. Pour eux, la genèse de rognons de silex aux dépens des dépouilles d'organismes siliceux disséminés dans le sédiment est la principale, sinon l'unique métamorphose. La vérité est que le limon crayeux primitif n'est passé à l'état de craie qu'après avoir subi de profondes modifications au triple point de vue minéral, organique et chimique.

1° Celles du domaine minéral ne sont pas les moins curieuses. Le Crétacé de Touraine fournit plusieurs exemples de genèse de quartz secondaire sur une grande échelle. La craie proprement dite contient également un peu de quartz formé *in situ*. La grande diffusion de l'orthose néogène, la présence de la leverriérite dans l'Yonne comptent parmi les particularité les plus intéressantes de la craie. On peut encore mentionner la production de la *glauconie* et du *phosphate de chaux*, le développement accidentel de *silice globulaire* et enfin la formation des *silex*. Je puis inscrire ici la *dolomie*, dont l'étude sera faite ultérieurement. L'introduction dans le ciment d'innombrables particules de carbonate de chaux complète l'ensemble des métamorphoses subies par la craie au seul point de vue minéral.

2° Dans le domaine organique, tout changement ne peut être qu'une destruction partielle ou complète de formes préexistantes. La plupart des *Spongiaires* siliceux ont abandonné leur silice pour former les silex ou silicifier des coquilles calcaires et sont aujourd'hui glauconieux, calcifiés et exceptionnellement transformés en phosphate de chaux, pyrite ou limonite. Sauf de très rares exceptions, les *Radiolaires* et *Diatomées* ont disparu, un grand nombre de Foraminifères sont détruits, beaucoup d'autres organismes ont subi un commencement de dissolution.

3° Les modifications d'ordres chimiques sont en partie la conséquence du déplacement de la silice des organismes siliceux. La genèse de la texture noduleuse de la craie et de la structure pseudo-oolithique du Crétacé de Touraine complètent ce tableau.

Tous les changements qui ont affecté la craie se résument par la production de substances minérales nouvelles et la destruction de formes organiques. Le terme ultime auquel aboutissent invariablement la majeure partie des sédiments calcaires organogènes, après de longues et nombreuses transformations est un calcaire cristallin dans lequel toute trace organique est effacée. J'ai observé dans le Sud-Ouest du bassin parisien maints dépôts rapprochés de ce stade final. La craie proprement dite en comporte quelques-uns. Toutes les craies qui paraissent les moins modifiées portent déjà l'empreinte d'une métamorphose qui n'est jamais négligeable.

On peut dire d'une façon générale que «la craie» est loin d'avoir conservé sa composition initiale. Malgré son apparence de sédiment non modifié, elle a commencé son évolution vers un état indéfiniment stable, caractérisé par l'anéantissement total des dépouilles organiques et la transformation de tout le carbonate de chaux en calcite largement cristallisée.

En ce qui regarde les conditions du dépôt de la craie, une question importante était discutée à fond par L. Cayeux dans sa Thèse. Le fait que, parmi la riche faune de Foraminifères existant dans la craie, se rencontrent beaucoup de Globigérines avait fait admettre généralement que la craie correspondrait à la *boue à Globigérines* de la zone bathyale des Océans actuels, c'est-à-dire à un sédiment de grande profondeur. Mais les Globigérines, organismes de surface, se rencontrent aussi dans les dépôts d'autres zones bathymétriques et, en considérant de très près les genres d'organismes de la craie qui ont persisté jusqu'à nos jours, L. Cayeux a reconnu «qu'ils enseignent que les profondeurs auxquelles ils vivent aujourd'hui ne sont pas du tout celles qui correspondent aux aires de dépôt de la vase à Globigérines, mais aux zones de sédiments terrigènes. Les nombreux genres d'Invertébrés communs à la craie et au limon crayeux actuel condamnent d'une façon définitive les analogies reconnues entre les deux dépôts.» Cette conclusion est d'ailleurs en accord avec le fait stratigraphique que de petites rides contemporaines du dépôt ont été érodées et durcies, ce qui ne s'expliquerait pas si ce dépôt se faisait à grande profondeur.

*
* *

L'exposé, très sommaire, qui précède démontre que, dès 1897, L. Cayeux avait déjà, outre les descriptions pétrographiques détaillées et l'examen des conditions géologiques dans lesquelles se rencontrent et ont pris naissance les roches siliceuses assez spéciales qu'il a étudiées et aussi la craie, mis en évidence certaines questions d'un caractère plus général et interprétatif, soulevées au cours de son étude. Ces questions ont été ensuite précisées et développées par Cayeux au cours des volumineuses monographies des diverses catégories de roches sédimentaires qui jalonnent ses recherches et constituent un ensemble documentaire extrêmement précieux, essentiellement analytique et descriptif, au point de vue pétrographique. En même temps, cette documentation est très importante par les conceptions qu'on en peut tirer en ce qui concerne les conditions géologiques dans lesquelles se sont produits les sédiments qui ont donné naissance à ces roches sédimentaires, ainsi que leur évolution ultérieure dans le temps, au sujet de laquelle nous verrons que l'opinion de Cayeux s'est considérablement modifiée à dater d'une Note aux Comptes Rendus de notre Académie, (1). Il ne saurait être ici question de chercher à résumer le contenu de ces monographies (dont chacune a été précédée de nombreuses Notes préliminaires) et je dois me borner à en donner la liste par ordre chronologique avec de brefs commentaires.

*
* *

Structure et origine des grès du Tertiaire parisien (2).

Tous ces grès sont essentiellement formés de grains détritiques de quartz, avec d'autres minéraux d'importance négligeable; en fait

(1) Séance du 10 janvier 1921, t. 172, p. 179.

(2) *Étude des gîtes minéraux de la France*, in-4°, 160 pages, 23 figures et X planches, 1906.

d'organismes, il n'existe guère que de nombreux débris de coquilles de Mollusques dans certains gisements fossilifères et seulement quelques gros Foraminifères siliceux. Le ciment qui les réunit est généralement siliceux ou calcaréo-siliceux, plus rarement calcaire ou exceptionnellement dolomitique, ferrugineux, manganésifère ou cobaltifère. Mais la place occupée par lui est toujours faible et il est fréquent que les minéraux se touchent, d'autant que dans les grès siliceux le ciment a souvent cristallisé autour des grains sableux de quartz en les nourrissant, ce qui a donné des *quartzites*, si cette cristallisation secondaire a été complète, ou des quartzites-grès ou des grès-quartzites si elle est restée incomplète.

Pour L. Cayeux, «toutes les probabilités sont en faveur de la notion que les seuls sables transformés en grès étaient les sables calcaires» (ce qui est peut-être une notion trop absolue), le calcaire ayant été déplacé par la silice, laquelle ne proviendrait pas d'organismes, mais de silice minérale empruntée au sable par la circulation des eaux, qui «serait l'agent principal, peut-être unique, de la transformation des sables calcaires en grès et quartzites».

*
* *

Les minerais de fer oolithiques de France.

I. *Minerais de fer primaires* (1);

II. *Minerais de fer secondaires* (2);

Le minerai de fer de Lorraine (3);

et nombreuses Notes s'échelonnant entre 1909 et 1923.

L'étude des minerais de fer sédimentaires oolithiques, développée dans les ouvrages ci-dessus, constitue l'une des parties les plus

(1) *Étude des gîtes minéraux de la France*, in-4°, 344 pages, 37 figures et XIX planches, 1909.

(2) *Id.*, 1051 p., 63 fig. et XXXV pl. 1922, Grand Prix des Sciences physiques, Académie des Sciences 1923.

(3) *Trav. Comités d'Études, Section géologique*, in-4°, 37 p., 2 pl., 1919.

importantes sinon la plus importante, de l'œuvre de L. Cayeux, lequel avait déjà, en 1897, présenté, en même temps que sa Thèse principale, une seconde Thèse, mais non imprimée, sur ce sujet.

I) Les *minerais primaires*, très répandus dans le Silurien et rares au Dévonien, comprennent: 1° des minerais oolithiques proprement dits, où des oolithes ferrugineuses existent dans un ciment d'importance variable, avec ou sans restes organiques; 2° des minerais qui ont été oolithiques à un moment donné, mais qui, par métamorphisme, ont cessé de l'être ou ne le sont plus qu'en partie; 3° des minerais ne renfermant, le plus souvent, que des débris organiques roulés. Les oolithes ferrugineuses, construites sur le type des oolithes calcaires, c'est-à-dire formées de couches concentriques emboîtées, ont d'ailleurs une composition minéralogique variable, étant formées soit par du carbonate de fer (sidérose), soit par un silicate de fer à l'état d'une chlorite (bavalite), soit par des oxydes de fer (hématite rouge en profondeur et brune en surface). Mais le plus souvent, leur composition est mixte, certaines oolithes contenant à la fois sidérose, chlorite et hématite.

L. Cayeux a même reconnu que certaines sont encore en partie calcaires, de même que certains débris d'organismes primitivement calcaires ont été partiellement ferruginisés, et il a admis que, suivant un processus habituel de modifications successives, ont d'abord pris naissance les oolithes en carbonate de fer, subissant une transformation, partielle ou totale, en oolithes chloriteuses, puis de celles-ci en oolithes d'hématite, lesquelles peuvent d'ailleurs toutefois provenir directement, parfois, de celles de sidérose. Lorsque le ciment était calcaire, il a pu subir la même évolution, ainsi que les organismes calcaires qu'il pouvait rarement contenir, et qui peuvent simuler les oolithes (Encrines, Bryozoaires, Algues calcaires). Aussi Cayeux admettait-il que la plus grande partie de nos minerais oolithiques primaires se sont déposés sous la forme de calcaires oolithiques.

D'autre part, tous ces minerais contiennent de la silice, rarement

à l'état de grains détritiques de quartz, le plus souvent combinée dans la bavalite (qui est un hydrosilicate de fer et d'alumine et qui, lorsqu'elle s'est transformée en hématite, laisse une trame de silice), ou bien encore résultant d'une silicification qui a développé beaucoup de quartz secondaire.

II) Les *minerais secondaires*, étudiés dans le second volume, s'échelonnent depuis l'Hettangien, par les importantes couches du Lias supérieur lorrain, et dans divers étages jurassiques, jusqu'au Crétacé inférieur. Ils se présentent, comme ceux du Primaire, sous les stades successifs: calcaire, puis carbonaté, ensuite chloriteux (qui peut aussi manquer) et enfin hématisé, et cela encore à la fois en oolithes ferrugineuses et remplaçant des organismes calcaires (principalement les articles de Crinoïdes), pouvant coexister avec les oolithes ou caractériser à eux seuls certains de ces minerais. Il est aussi de même pour le ciment d'abord calcaire, dont l'évolution est toutefois normalement en retard d'un degré sur l'état atteint par les oolithes ou les organismes.

Un peu antérieurement à l'apparition du second volume, les études de Cayeux sur les minerais de Lorraine l'avaient déjà conduit à abandonner sa conception primitive du rôle du facteur temps dans l'évolution minéralogique de ces minerais, en une communication à l'Académie des Sciences (1), à laquelle j'ai fait allusion plus haut et qui portait le titre significatif: *Évolution minéralogique des minerais de fer oolithique de France, indépendante du facteur temps*. Il est utile de reproduire les arguments de faits qui ont conduit Cayeux à ce changement radical d'opinion.

La succession ascendante des couches des minerais de Lorraine montre sept horizons distincts: les *couches verte, noire et brune*, constituant le faisceau inférieur; les *couches grise et jaune*, formant le faisceau moyen et la *couche rouge* représentant avec les *calcaires ferrugineux* le faisceau supérieur. Or il résulte de l'analyse d'un grand nombre d'échantillons empruntés aux différentes couches, que

(1) Séance du 10 janvier 1921.

le fer carbonaté et le fer silicaté (chlorite) réalisent, en moyenne, leur maximum de fréquence dans le faisceau inférieur et, par conséquent, le plus ancien; que ces deux composés ferrugineux se retrouvent encore dans le faisceau moyen, mais avec une moindre abondance, et qu'ils deviennent très rares et manquent presque toujours dans le faisceau supérieur, c'est-à-dire le plus récent. Par contre, le fer oxydé atteint son maximum de fréquence dans le faisceau supérieur, et, pour tout dire, c'est dans la grande généralité des cas le seul et unique composé ferrugineux représenté à cet étage.

Étant donné l'ordre d'enchaînement indiqué plus haut, il est de toute évidence que *plus les minerais de Lorraïne sont anciens, moins leurs composés ferrugineux sont transformés*. J'insiste sur le point que ladite règle se dégage avec une extrême netteté de mes analyses micrographiques. En conséquence, tout se passe comme si le facteur temps était resté étranger aux métamorphoses des minerais lorrains, conclusion diamétralement opposée à celle qui nous paraissait devoir être l'expression de la vérité.

En sortant du domaine particulièrement visé ici, des faits du même ordre sollicitent en foule notre attention. On sait notamment que le le fer carbonaté inclus en bancs et rognons dans le terrain houiller est resté carbonaté jusqu'à nos jours. Que si nous remontons plus loin dans le passé, les minerais oolithiques siluriens de la presqu'île armoricaine nous fournissent, en grand nombre, des exemples de sidérose et de bavalite non modifiées, en dépit de la haute antiquité des dépôts auxquels ces éléments sont incorporés.

En revanche, des minerais plus récents que ceux de Lorraine, tels les minerais oolithiques bajociens, calloviens et oxfordiens, sont presque tous hématisés, c'est-à-dire arrivés au terme ultime de leurs transformations.

Bref, la règle énoncée plus haut, à savoir que l'évolution minéralogique des minerais de fers lorrains est indépendante du facteur temps, est, croyons-nous, une loi générale pour les minerais de fer oolithique de France, et je ne suis pas éloigné de croire qu'elle l'est

pour tous les minerais de fer d'origine sédimentaire. Il va sans dire que les parties des gîtes situées au-dessus du niveau hydrostatique ne sont nullement en cause dans la présente étude.

D'autre part, au cours de cette étude des minerais de Lorraine se montrent des *arrêts de développement*, invariablement liés à des *remaniement*; il semble qu'après ceux-ci, si les éléments ferrugineux étaient replacés dans des conditions semblables à celles dans lesquelles ils avaient pris naissance, leur évolution restait interrompue, ce que Cayeux a considéré comme l'indice que *cette évolution était due à une action bactérienne, donc biochimique*. Notons que dans ses dernières publications, il a étendu cette interprétation à la genèse d'autres roches sédimentaires et peut-être à la genèse des roches non détritiques en général.

L'existence fréquente, dans certaines couches de ces minerais, de *fragments remaniés* a conduit Cayeux à des constatations très intéressantes: ces fragments sont invariablement empruntés aux couches mêmes où ils sont inclus et, d'autre part, un très grand nombre d'entre eux provenaient de la direction du large et non de celle du rivage du continent voisin, où il est naturel d'admettre que se fasse l'arrivée de sels de fer provenant de l'altération à la surface du continent des nombreux minéraux ferrifères des roches éruptives et métamorphiques (si l'on n'admet pas l'hypothèse d'un apport dans le bassin sédimentaire par des «failles nourricières», émise par certains auteurs). De la discussion des faits observés, Cayeux conclut que la sédimentation qui a engendré les minerais oolithiques, *dont aucun équivalent actuel n'a été rencontré dans les explorations sous-marines*, était «celle de *bassins en voie d'élévation, profondément troublés par des ruptures d'équilibre et soumis à l'influence de courants jouant le rôle d'agents de transport et d'érosion sous-marine*».

D'autre part, il concluait, dans son volume, que l'évolution minéralogique des oolithes et du ciment a été *un phénomène extrêmement rapide, marchant de pair avec la sédimentation. Lorsqu'une couche de minerais de fer oolithique avait cessé de se développer, son his-*

toire était terminée, abstraction faite, bien entendu, des transformations qu'elle a pu subir plus tard, à la surface, sous l'influence des agents météoriques. *Cette histoire qui se déroulait sous la mer, constituait un véritable métamorphisme sous-marin* (1).

*
* *

Les roches sédimentaires de France : Roches siliceuses (2).

En ce nouvel ouvrage, complétant son étude des roches siliceuses organogènes du Nord et de la Belgique et celle des Grès du Tertiaire parisien, Cayeux a visé à écrire une « Histoire naturelle » des roches siliceuses, en s'efforçant, « après avoir noté leurs caractères actuels, de remonter à leur composition première, puis de les suivre dans leurs métamorphoses successives et, finalement, d'en fixer le milieu générateur », en débordant ainsi du domaine pétrographique sur celui de la Géologie.

C'est ainsi qu'il les divise maintenant, *du point de vue génétique*, en trois groupes, suivant que leur origine est essentiellement *détritique*, ou *organique*, ou *chimique*; le premier groupe constitue les *grès*, avec leurs diverses variétés, le second des dépôts à spicules d'Éponges, ceux à Radiolaires et ceux à Diatomées, et le troisième plutôt des *accidents siliceux* dans d'autres roches que des roches indépendantes. Ces derniers constituent principalement, en milieu calcaire, les *silex* et les *meulières*, rarement formés en milieu marneux (*silex ménilite*) ou aussi des concrétions dans des dépôts riches en spicules d'éponges (*cherts*), tous principalement formés de *calcédonite* ou d'*o-*

(1) Nous pouvons noter que l'Académie des sciences a attribué le Grand Prix des Sciences physique de 1923 au présent ouvrage, où était considéré comme inexistant le rôle fondamental du facteur temps dans l'évolution des anciens sédiments, qui avait été admis comme capital dans le mémoire auquel elle avait attribué le Prix Vaillant en 1898; faisant ainsi preuve de l'éclectisme qui devrait être toujours la règle à l'égard des modifications que peut imposer à un auteur la suite de ses recherches, dans ses opinions.

(2) *Etude des gîtes minéraux de la France*, in-4°, 874 p., 17 fig., XXX pl., 1929.

pale, plutôt que de quartz, qui est resté stable et inerte dans l'histoire des roches, tandis que la silice organique a joué un grand rôle dans les modifications de ces dernières.

D'autre part, en ce qui regarde l'*influence du facteur temps sur l'état définitif* atteint par l'évolution de ces anciens sédiments, à laquelle Cayeux avait attaché une grande importance lors de ses premières publications, son opinion s'est aussi notablement modifiée à la suite d'une comparaison de roches siliceuses d'âges géologiques *primaires*, *secondaires* et *tertiaires*, choisies de telle façon qu'elles soient réellement comparables au point de vue de leur genèse. Or, cette comparaison de leur état final n'a nullement mis en évidence une transformation de la silice qui paraisse être l'œuvre du temps: le quartz prend naissance d'emblée, sans qu'on puisse observer le plus petit indice de transformation d'opale en calcédonite et de calcédonite en quartz, tandis que le contraire pourrait être vrai si l'on sortait du domaine des dépôts analysés à dessein pour éliminer toute action métamorphique de nature à fausser la comparaison... Ces constatations ramenaient Cayeux à une conclusion qu'il avait déjà formulée pour d'autres dépôts et qu'il tendait à généraliser de plus en plus; *l'histoire des roches siliceuses ne met en évidence aucune transformation importante dans laquelle on puisse voir la somme de petites modifications s'ajoutant peu à peu avec le temps. Elles sont aujourd'hui, ces roches, ce qu'elles étaient dès le principe, à moins qu'une action métamorphique provoquée par des phénomènes orogéniques ou éruptifs, ne les aient affectées postérieurement à leur formation*.

Et Cayeux conclut ainsi: «Cet enseignement nous éloigne beaucoup de l'opinion généralement admise et que j'ai faite mienne pendant longtemps, sous réserve de la contrôler à un moment donné. Je crois être dans le vrai en affirmant aujourd'hui que les roches siliceuses, pas plus que les minerais de fer oolithique, ne portent jamais la trace d'une évolution minéralogique plus ou moins continue, à dater de leur formation. Tout au contraire, leur histoire se termine de bonne heure, et à moins de grandes perturbations qui les soumet-

tent à des influences exceptionnelles, elles sont vouées à une stabilité sans fin. Si j'osais traduire toute ma pensée, je dirais de ces roches qu'elles sont *mortes*».

Cette conclusion montre combien, sous l'empire de ses observations minutieuses et précises sur les roches sédimentaires, son opinion avait, en 1929, considérablement évolué depuis qu'en 1898 l'Académie des sciences lui avait décerné le Prix Vaillant.

*
* *

Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (calcaires et dolomies) (1).

Ici devait se placer une analyse que l'auteur de cette notice, arrêté dans son travail par la maladie qui l'a emporté, n'a pas pu rédiger.

*
* *

Les phosphates de chaux sédimentaires de France (France métropolitaine et d'Outre-Mer) (2).

En cet important ouvrage, malheureusement resté incomplet, Cayeux a étudié la répartition, dans le temps et dans l'espace, des phosphates de chaux sédimentaires, et cela aussi bien sur notre sol métropolitain que celui de la France d'Outre-Mer et même qu'en d'autres régions, ainsi que va l'indiquer l'énumération sommaire des matières traitées dans les deux volumes qui sont parus.

I) En une première partie, sont envisagés les *phosphates paléozoïques*, qui se montrent en *nodules*, presque tous *carbons*, la teneur en

(1) Un vol. in-4°, 463 p., 9 fig. et XXVI pl., 1935, Masson et Cie, édit. (Ouvrage publié aux frais de la Fondation Singer-Polignac.

(2) *Étude des gîtes minéraux de la France*, Tome I, 349, p., 24 fig., XV pl., 1939. Tome II, p. 351-659, fig. 25-61. pl. XVI-XXXVI, 1941.

carbone résultant d'une association au phosphate soit de matière charbonneuse, soit de matière bitumineuse, le phosphate provenant, comme on le sait, de l'apatite fréquente dans toutes les roches cristallines. Dans cette partie sont successivement envisagés les phosphates *cambriens* de Suède, ceux du *Silurien* de France, d'Angleterre, de Suède, d'Esthonie, de Russie, de Roumanie et du Tennessee; puis ceux du *Dévonien* de France, de l'Ardenne et du Tennessee; ensuite viennent les phosphates *carbonifères* des Pyrénées et de la Montagne-Noire, en France, et ceux de Pologne; la série se termine par les phosphates *permiens* des Montagnes-Rocheuses (Wyoming et Idaho). C'est d'ailleurs au Paléozoïque que se rencontre le maximum de développement des phosphates sédimentaires.

II) Une seconde série de gisements correspond aux *phosphates en nodules de l'époque secondaire*, comprenant: des nodules *jurassiques* de Russie; des nodules *infra-crétacés*, les uns dans l'*Aptien* du Bassin de Paris, les autres dans l'*Albien* du Bassin de Paris, du Bassin du Rhône, d'Angleterre, de Suisse (Interlaken), de Russie; et enfin des nodules *cénomaniens* dans le Bassin de Paris, en Russie et en Pologne.

III) Un troisième groupe comprend des *Phosphates en grains* dans le *Crétacé supérieur*: *Turonien* du Bassin de Paris et d'Angleterre; *Sénonien* du Bassin de Paris, de Belgique, d'Angleterre, de Russie, de Pologne, de Syrie, de Palestine, de Transjordanie.

IV) Un quatrième groupe, débutant avec le tome II (resté inachevé) comprend les *phosphates en grains crétacés et tertiaires de l'Afrique septentrionale* (malheureusement resté inachevé par la mort de Cayeux) dont une première partie est consacrée aux phosphates du *Sénonien d'Égypte*, se rencontrant dans le Bassin de la Mer Rouge, dans la vallée du Nil et dans le désert lybique et une seconde partie, beaucoup plus importante pour nous, devait comprendre les importants gisements situés géologiquement dans les couches terminales du *Crétacé et les premières du Tertiaire (Suessonien)* de la *Tunisie*, de l'*Algérie* et du *Maroc*. Malheureusement le tome II, après les gise-

ments de Tunisie et de l'extrême Est algérien, puis de la région de Sétif (département de Constantine) et de celle de Boghari (département d'Alger), se termine brusquement.

*
* *

Causes anciennes et causes actuelles en géologie (1).

Ainsi qu'il a été dit au début de cette Notice, l'opuscule dont il est ici question est un exposé synthétique des conclusions des recherches de Cayeux sur les roches sédimentaires, du point de vue de certaines particularités *géologiques* des conditions de la sédimentation qui leur a donné naissance.

En 1830, Ch. Lyell, en réaction contre l'ancienne théorie des *révolutions du globe*, mise en honneur par Cuvier, émettait l'opinion que «*les anciens changements survenus à la surface de la terre sont dus à des causes analogues, quant à la nature et à l'intensité, à celles qui agissent de nos jours*», au lieu de résulter de véritables cataclysmes. Depuis lors, cette notion, au sujet de laquelle Lyell avait eu déjà un précurseur, en 1825, dans notre ancien confrère Constant Prévost, est devenue pour les géologues un véritable axiome et la considération des *phénomènes actuels* le fondement de l'interprétation des faits géologiques anciens.

Toutefois, quoique admettant que l'efficacité de la théorie des *Causes actuelles* ne saurait être sujette à discussion, Cayeux a été amené à déduire des résultats de ses nombreuses observations, la conception que *bien des Causes anciennes n'ont pas leur équivalent parmi les Causes actuelles*. Dans les exemples qu'il en donne, une place prépondérante est occupée par les phosphates de chaux et les minérais de fer oolithique, deux groupes de dépôts n'existant pas dans la série sédimentaire actuelle (on ne connaît aucun dépôt de minerai oolithi-

(1) 80 p. in-8°, Masson et Cie, 1941.

que et si des dragages sous-marins ont ramené des nodules de phosphate, leur étude a démontré qu'ils sont des *concrétions* de phosphate pouvant provenir d'une formation antérieure mais non le produit d'une véritable sédimentation phosphatée actuelle).

En ce qui regarde les phosphates, la *craie phosphatée* du bassin parisien, grise, grossière et essentiellement formée de petits grains de phosphate, qui est intercalée entre deux séries de craies blanches très fines et passe latéralement à une craie blanche semblable, *n'est pas un dépôt littoral*, comme on a pu le penser d'après l'existence d'un ravinement de la craie sous-jacente et d'un conglomérat de base formé d'éléments de ce substratum, mais *un dépôt détritique engendré en milieu pélagique, à distance du rivage* en des points singuliers où existaient *des conditions de faible profondeur se rapprochant de celles qui se rencontrent près d'un rivage*. Les phosphates nord-africains du Suessonien, de leur côté, se présentent en couches multiples, formées de grains grossiers pétris de Diatomées avec quelques Radiolaires, qui s'intercalent dans des dépôts calcaires à Globigérines, chacune reposant sur un substratum *raviné* ou *perforé* et contenant souvent, à sa base, des fragments remaniés de celui-ci. Elles correspondent donc à un *changement de régime du fond sous-marin*, ayant entraîné la formation de phosphate pétri d'organismes *siliceux* au milieu d'une sédimentation *calcaire*. Cayeux admet que ces «ruptures d'équilibre», susceptibles de multiples récurrences en un même point, ont été fréquentes dans les mers anciennes, à certaines époques, sans qu'on en trouve d'exemple dans les mers actuelles.

Nous avons vu précédemment, à propos des minerais de fer oolithique, que Cayeux attribue leur formation, sujette à de même récurrences, à une sédimentation en des régions dont le fond sous-marin était en voie d'élévation et soumis à des courants jouant le rôle d'agent de transport et d'érosion sous-marine, à distance des rivages. Mais leur histoire se complique des changements minéralogiques conduisant du calcaire à l'hématite, qui, suivant la conception

finale de Cayeux, ont constitué une évolution très rapide et s'étant déroulée sous la mer, ce dont les mers actuelles ne montrent aucun exemple dans les résultats des explorations sous-marines.

En sa dernière publication, Cayeux insiste beaucoup sur l'*importance en Géologie des phénomènes de remaniements sous-marins*, dont nous venons de voir des exemples, et qui sont la conséquence de l'instabilité du fond permettant l'élaboration, loin des côtes, de sédiments à faciès littoral ou sublittoral prêtant à confusion sur le terrain pour le géologue.

Cayeux distingue aussi divers autres exemples de faits n'ayant pas attiré l'attention des géologues et qui, selon lui, marquent d'anciennes ruptures d'équilibre de fonds marins: c'est le cas pour l'existence, dans les *minerais de fer oolithiques*, depuis l'Hettangien jusque dans le Barrémien, des matériaux remaniés toujours empruntés à la couche de minerai dont ils font partie intégrante, l'élévation du fond n'étant d'ailleurs pas telle que la remise en mouvement ait atteint le substratum.

En ce qui concerne le *milieu phosphaté*, des remaniements sont connus à la fois dans les phosphates en *grains* (cas analogue au précédent) et dans ceux en *nodules*, qui se rencontrent finalement dans une gangue qui n'est jamais la roche-mère des produits remaniés, dont le déplacement s'est fait en général vers le large. Des concrétions phosphatées ont été draguées sur le fond de mer actuelles, surtout dans les boues et sables verts; J. Murray et A.-F. Renard ayant constaté, pour ceux dragués par le Challenger, que les minéraux et organismes qu'ils renferment sont identiques à ceux des sédiments renfermant ces nodules, ils en ont conclu que ceux-ci sont des *concrétions engendrées in situ*. Mais la conclusion inverse s'impose pour les nodules de phosphate des *mers anciennes*, lesquels, à de rares exceptions près, ont été remaniés soit dans leur roche-mère, soit dans une roche différente; par exemple, dans les phosphates de Gafsa, les grains de phosphate *engendrés en milieu pélagique*, car ils sont pétris de carapaces de Diatomées très délicates et sans miné-

raux détritiques, ont été entraînés par des courants dans *une sédimentation néritique*, comportant de puissants amas d'huîtres et de volumineux galets. Jusqu'à plus ample informé, de telles conditions sont loin d'exister dans les mers actuelles.

Un cas très curieux d'*évaporation en pleine mer* a été rencontré dans le Gothlandien de Normandie, où un sondage à Danneville (Calvados) a rencontré un calcaire pétri de cristaux microscopiques de calcite ayant épigénisé d'anciens *cristaux de gypse*.

D'autre part, nous avons vu que Cayeux, après avoir admis une évolution prolongée dans le temps des anciens sédiments, est arrivé à la conception inverse, suivant laquelle s'est produite *une consolidation sous-marine ayant marché presque de pair avec la sédimentation*. C'est ainsi que Cayeux indique des exemples de *formation de silex sur le fond de la mer*, les uns dans une craie, où des tables de silex ont été bréchifiées *in situ*, et d'autres de phosphates tunisiens, accompagnés de dolomies avec galets de silex, tandis que de telles formations sont inconnues sur le fond de mers actuelles. Il en est de même pour la genèse de *nodules calcaires*, soit dans les minerais de fer de Lorraine, où ils ont été ferruginisés, soit dans les phosphates du Sud-Tunisien, en sorte que Cayeux conclut que, « *jusqu'à plus ample informé, en l'absence de concentrations similaires au fond des Océans, un vaste chapitre de l'histoire des roches sédimentaires ne bénéficie d'aucune manière de la connaissance des phénomènes actuels*. »

Un autre exemple de ruptures d'équilibre du fond sous-marin se produisant sans modification des rivages ni action de la terre ferme, mais par des mouvements propres et locaux du fond, est fourni par les horizons de *craie noduleuse* (ce terme n'indiquant qu'une simple apparence et non une véritable structure en nodules), intercalés au milieu de la craie blanche normale et susceptibles de se multiplier par dizaines et de dominer localement sur la craie blanche, dont ils ne diffèrent pas par la microstructure, ni pas sensiblement par l'apport d'éléments détritiques, mais simplement par des interruptions

momentanées de la sédimentation et l'intervention de courants ayant ou non raviné et érodé la surface de la vase crayeuse.

La craie montre, d'autre part, dans le bassin de Paris, deux époques de *craie magnésienne* résultant d'un processus de *dolomitisation*. Mais, tandis qu'un tel processus, connu dans les mers actuelles, s'y montre lié à l'activité coralienne, dans les cas en question il s'est produit une tranformation d'une vase crayeuse sans aucune action coralienne, lors de ruptures d'équilibre du fond sous-marin.

En résumé, certaines causes ayant joué un rôle fondamental dans la production de divers sédiments anciens n'interviennent pas du tout, d'après Cayeux, dans l'élaboration des sédiments actuels, étant liées à des activités qui, pour lui, seraient au repos à l'époque actuelle.

Parmi ces «ruptures d'équilibre» du fond sous-marin, certaines — comme l'a montré l'étude des conditions stratigraphiques de la craie phosphatée du bassin parisien — ont pu être le résultat d'un *plissement* du fond, dont, parmi les plis, de très faible rayon, les plus accusés ont pu être isoclinaux, renversés et même couchés; à ces mouvements ont pu s'ajouter des phénomènes de transgression et de discordance. D'autre part, nous savons que le remaniement, contemporain de la sédimentation, du minerai de fer oolithique implique une tendance à l'émersion du fond et, par suite, au ridement de celui-ci.

Dans un autre ordre d'idées, Cayeux envisage les *Synthèses minérales en milieu sous-marin*, c'est-à-dire les «néoformations» de minéraux se produisant dans les sédiments. Pour lui, actuellement, «tout se passe comme si les fonds recouverts par les vases à Globigérines, à Diatomées et à Radiolaires étaient impropres à la genèse de synthèses minérales». Or, de nos jours, la *sédimentation phosphatée* est absolument inconnue, tandis qu'elle s'est développée à grande échelle aux diverses époques de formation des phosphates *en grains*, résultant d'une vaste activité chimique ou biochimique sous-marine, et que d'autre part, les gisements de cette sorte sont

de beaucoup les plus répandus dans d'anciennes vases à Foraminifères, à Diatomées et à Radiolaires. Ainsi, ces vases pélagiques, impropres au développement des phosphates dans la série sédimentaire actuelle, ont réalisé dans le passé les conditions les plus favorables à leur genèse. En fait, d'ailleurs, les milieux propices à la production en grand des phosphates dans la série sédimentaire, à des époques géologiques très différentes, étaient d'une diversité extrême, s'étendant de dépôts à caractères franchement détritiques jusqu'aux formations de haute mer les plus typiques.

De même, à maintes époques anciennes s'est produite une véritable *sédimentation ferrugineuse*, « dont il n'existe pas les plus petites traces dans les mers actuelles ».

« Qu'il soit possible, ou non, de démêler les raisons de cette différence profonde, peu importe, les faits n'en subsistent pas moins ».

En tout cas, la conclusion générale de l'opuscule final de Cayeux est que « *l'époque actuelle est caractérisée par le repos de toute une « série d'activités qui ont joué un grand rôle dans la formation des sé- « diments, au cours des temps géologiques*. Il en est ainsi parce qu'elle « est, par excellence, une période de grande stabilité du niveau de la « mer et des fonds sous-marins. En quoi, elle est une exception par « rapport à l'ensemble des périodes géologiques.

« Le régime des anciennes mers étudiées tire l'une de ses caracté- « ristiques de la fréquence des perturbations que j'ai qualifiées de « *ruptures d'équilibre*. Cette notion de ruptures d'équilibre, synonyme « de troubles profonds dans les conditions de milieu et dans la sédi- « mentation, revient à chaque instant — tel un leit motiv — dans le « développement de ces recherches. C'est qu'autour d'elle orbitent « toute une série de phénomènes, de nos jours inconnus, relevant de « ce que j'appellerai les *Causes anciennes*, par opposition aux *Causes « actuelles* de Ch. Lyell. Est-il besoin d'ajouter que ces ruptures « d'équilibre n'ont rien de l'ampleur et de la généralité des cataclys- « mes invoqués par Cuvier. Ce ne sont, ni plus, ni moins, que des

« perturbations régionales, sans nulle influence sur les domaines qui « échappent à leur action directe.

« De pareils troubles déclanchent des activités nouvelles, *dynami-* « *ques, organiques, chimiques* et *bio-chimiques*, génératrices de nou- « veaux dépôts. Sous leur influence, le fond des anciennes mers « constitue un vaste laboratoire d'où sortent des produits variés, que « pendant longtemps on s'est plu à attribuer, soit à l'action prolongée « d'agents météoriques, soit à l'intervention mystérieuse de sources « agissant sur le fond de la mer, ou au cours d'une période conti- « nentale. Nul doute aujourd'hui que le milieu sous-marin joue un « rôle capital dans les transformations subies par ses sédiments « après leur dépôts...

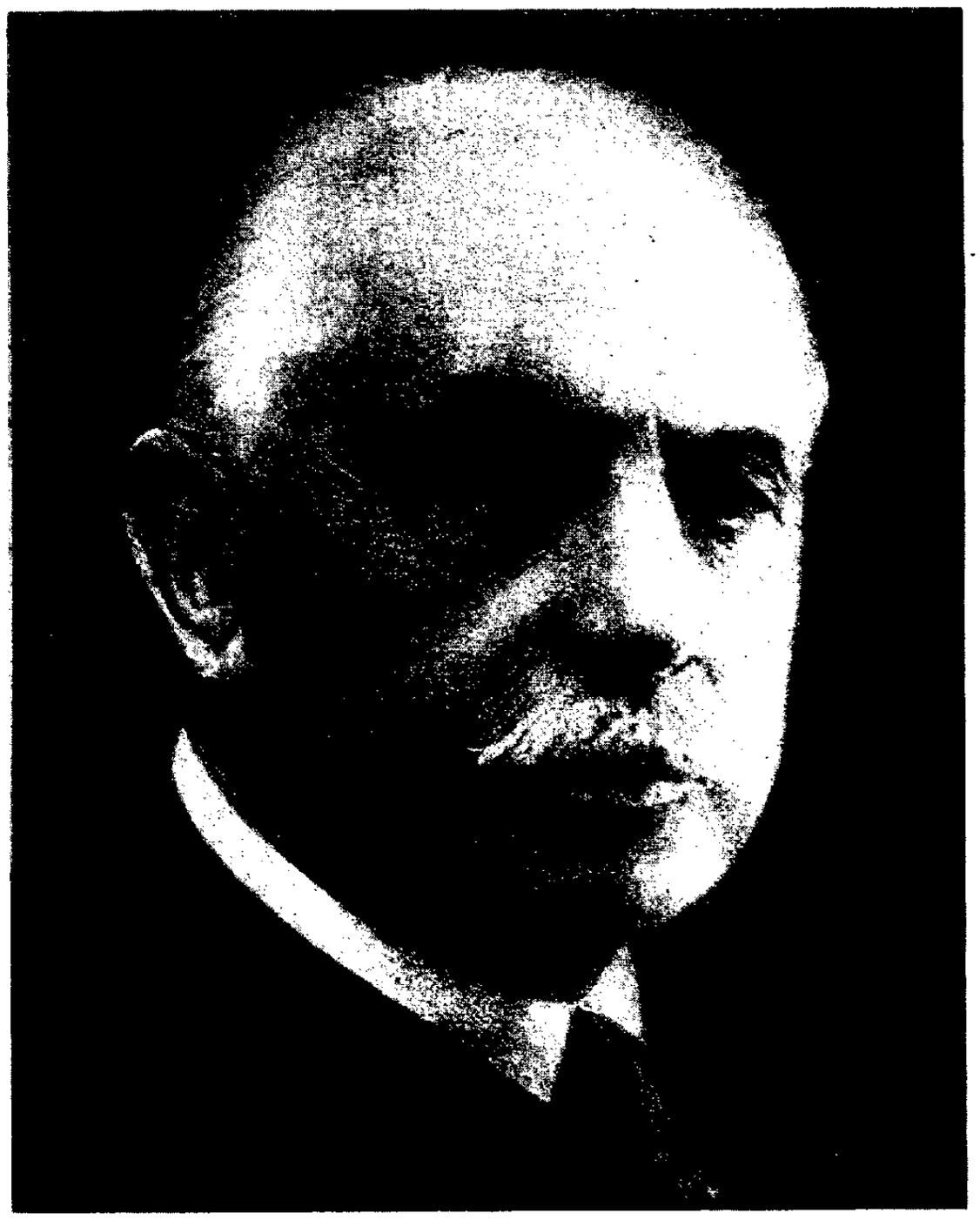
« Du faisceau de données mises en valeur dans les pages précé- « dentes et des enseignements qui en découlent se dégage, en toute « clarté, une idée directrice, appelée, croyons-nous, à prendre une « importance croissante avec les progrès de nos connaissances:

« *Il est nécessaire de réserver une place à des Causes anciennes, à « côté des Causes actuelles, dans l'étude des formations sédimentaires de « l'écorce terrestre, si l'on veut faire appel à toutes les lumières sus- « ceptibles de nous en donner l'intelligence* ».

*
* *

Mais n'est-il pas permis, au lieu d'admettre que l'époque actuelle est « une exception par rapport à l'ensemble des périodes géologi- ques », de faire remarquer que les sondages sous-marins fournis- sent seulement des indications sur ce qui a lieu *à un moment donné et en des points isolés de la surface* du fond sous-marin; tandis que les études géologiques des couches qui se sont superposées en un ancien fond émergé — surtout si elles contiennent des matières exploités telles que les phosphates et les minerais de fer — permet- tent d'analyser à loisir la composition, la succession, les relations mutuelles et la continuité de ces couches sur une certaine étendue. Il est facilement concevable, dans ces conditions, que la documenta-

tion sur la sédimentation *actuelle*, bien moins complète à certains égards que celle que fournit l'étude géologique des sédiments anciens et cela aussi entachée d'hypothèses que soit celle-ci, ne puisse éclairer toute la genèse des roches sédimentaires, sans que pour cela, les « Causes anciennes » soient au repos à l'époque actuelle.



GEORGES CHARPY

1865-1945

G. Charpy

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

GEORGES CHARPY

(1865-1945)

déposée en la séance du 16 juin 1947,

PAR

M. RENÉ BARTHÉLEMY

Membre de l'Académie des sciences.

Puisqu'il revient à un électricien de rappeler les travaux de M. G. Charpy, grand chimiste et métallurgiste, ce sera tout d'abord pour exprimer la reconnaissance que tous les gens de mon métier conservent envers celui qui réalisa, dès le début du siècle, les circuits magnétiques à faibles pertes.

L'introduction des tôles au silicium, dont il établit la formule, fut, en effet, le point de départ de ce matériel de volume réduit, à haut rendement, qui est la base de toute la construction électrique moderne.

Cependant, mon illustre et regretté confrère n'en faisait guère état parmi les nombreux travaux qu'il effectua jusqu'à ses derniers jours. Il rangeait cette production dans la rubrique « Études diverses technologiques ». C'est dire sa modestie.

Né à Oullins, en 1865, Georges Charpy fit ses premières études dans la région, et passa les examens du baccalauréat à Lyon, en 1881.

Fils de marin, son père était Capitaine de Vaisseau, il se présenta à l'École Navale, mais, petit-fils de Polytechnicien, il tenta aussi, avec succès, l'examen d'entrée de l'École Polytechnique; et, en définitive, ce fut l'exemple de l'aïeul qu'il suivit. Il fut donc élève de l'École Polytechnique, et en sortit en 1887.

Il semble avoir eu, malgré sa brillante carrière industrielle, une prédilection marquée pour le laboratoire de recherches, et l'on a même l'impression, en relisant quelques documents, que son entrée dans l'industrie n'était pas le but qu'il avait d'abord choisi, c'est-à-dire l'étude et l'enseignement.

Il ne quitta pas l'École, où il venait de passer deux années; il y devint préparateur du Cours de Chimie, et commença l'étude d'un sujet qui devait former sa thèse de Doctorat ès-Sciences Physiques: les variations de volume et de densité des solutions salines en fonction de la température et de la concentration. Par des mesures très précises de la densité, il détermina les courbes de contraction qui restent continues, sans point anguleux, qui serait l'indice d'un changement dans l'état d'hydratation et, dans ce problème très complexe, comme l'écrivait M. Le Chatelier, G. Charpy a été l'un des premiers combattants, après Arrhenius et Ostwald. Les résultats expérimentaux restent utilisés dans les tables de constantes de la Société de Physique.

Parallèlement, et en collaboration avec M. Gautier, il rédigea un traité de chimie qui eut de nombreuses rééditions. Il y introduisit la notation atomique et les lois de la thermodynamique; ce fut le premier enseignement de la mécanique chimique, qui devait bientôt prendre une place officielle dans les examens. Mais les années pas-

saient; G. Charpy décida, en 1892, de cesser à l'École son travail bénévole, et entra comme chimiste au Laboratoire Central de la Marine.

Il y appliqua son esprit original et s'aperçut très vite de la nécessité d'introduire dans l'étude des alliages un esprit scientifique; c'était à l'époque où Osmond avait publié un travail sur la métallographie microscopique des aciers et H. Le Chatelier un exposé d'ensemble sur les alliages métalliques. Partant de ces renseignements, et utilisant la nouvelle méthode d'investigation, G. Charpy s'attaqua à l'étude de la trempe des aciers et précisa l'influence de la température de trempe en établissant définitivement la corrélation entre les propriétés mécaniques et la position des points critiques. Passant à la question des alliages de cuivre et de zinc, il détermina les deux structures des laitons à 33 0/0 et à 40 0/0. Il reconnut la forme lamellaire des alliages eutectiques, et cette constatation lui permit d'expliquer la constitution des aciers. Peu après, il exposa clairement la cause des qualités des alliages dits « antifrictions ».

Il publia également une intéressante étude sur l'alliage ternaire, plomb - étain - bismuth, avec une figuration graphique qui évoque le triangle des couleurs de Maxwell, augmenté d'une représentation en relief de la surface de fusibilité.

Ce brillant début, marqué par des mémoires souvent cités, lui valut d'entrer en 1898, à la Compagnie de Chatillon - Commentry, comme Ingénieur Principal. Il en devint le Directeur technique.

Cette fois, on pouvait penser que l'emprise industrielle allait éloigner G. Charpy des recherches, même de Sciences appliquées. Il n'en fut rien, il inaugura les procédés qui parurent nouveaux, à cette époque, en appliquant aux problèmes de production et de contrôle, les méthodes scientifiques qu'il avait instaurées ou perfectionnées dans ses douze années de Laboratoire; en particulier, la pyrométrie entra dans la pratique industrielle. Il continua ses études; il suffit de relire les nombreuses notes qu'il rédigea en collaboration avec

M. Grenet, pour mesurer l'étendue de son effort dans le domaine des alliages de fer et de carbone. Il a apporté, le premier, je crois, le tracé expérimental de plusieurs domaines du diagramme de solubilité du carbone dans le fer. Dans ses travaux sur les diverses formes de graphite, il entreprit la vérification de l'expérience de Moissan, qui pensait avoir obtenu du carbone cristallisé, c'est-à-dire du diamant; or, malgré les précautions prises, et des pressions atteignant 20.000 atmosphères, G. Charpy démontra que l'on n'obtenait que du graphite.

Au cours de ces recherches, il a construit le premier four à résistance électrique, à éléments de platine, qui nous paraît très simple, mais qui fut et qui reste un outil extrêmement précieux pour les mesures.

Après la production des aciers, G. Charpy s'est préoccupé de chiffrer leur fragilité; c'est alors qu'il imagina le fameux « mouton pendule » qui est peut-être la seule de ses créations qui porte son nom, et qui suffit déjà à assurer sa célébrité.

Membre correspondant de l'Académie des Sciences dès 1913, il fut appelé à siéger en 1918 dans la Section des Applications de la Science à l'Industrie et rien ne peut mieux expliquer ce choix que ces quelques lignes de M. Le Chatelier. — « Dans la Science industrielle, nous devons prendre les matières et leurs transformations telles qu'elles existent, c'est-à-dire avec toute leur complexité... L'industriel doit passer en revue tous les facteurs dont dépendent les qualités demandées... Généralement, il le fait empiriquement, par tâtonnements désordonnés, mais il peut le faire aussi scientifiquement, rapprochant qualités et facteurs par des mesures précises, d'abord au Laboratoire, pour déterminer les conditions optima de travail, puis, à l'atelier, pour réaliser à coup sûr les méthodes reconnues les meilleures. C'est dans cette organisation scientifique que G. Charpy est un maître incontesté ».

Suit un exemple particulièrement saisissant sur la fusion de l'acier dans un four dont la température devait être réglée à 25° près, sur

1700. Mais ce serait allonger indéfiniment cet exposé que de décrire la création continue de G. Charpy dans la métallurgie, qu'il s'agisse de cémentation, de blindage, de forgeage etc... Je reviendrai seulement sur l'étude des tôles au silicium. Elle fut demandée, vers 1902, par M. Potier; M. Charpy montra que l'hystérésie d'un acier était d'autant plus faible que les éléments cristallins étaient plus volumineux; les essais d'alliages du fer avec le silicium, l'aluminium, l'antimoine vérifièrent complètement ce point de vue, et fixèrent une composition à 2 ou 3 0/0 de silicium, depuis universellement adoptée.

Poursuivant sa carrière industrielle, G. Charpy était nommé en 1919 sous-directeur général de la Compagnie des Acieries de la Marine et d'Homécourt, mais il revenait en même temps à cet enseignement qui lui était si cher: il professa à l'École Supérieure des Mines et à l'École Polytechnique, où il fit jusqu'en 1936, le Cours de Chimie; malgré les années qui s'accumulaient, son activité de chercheur se maintint; on en trouve le témoignage dans les notes qu'il présenta, avec M. Godchot, puis M. Decorps, sur la formation du coke; avec M. Jean Durand sur la rupture des rails et sur le point de fusion de la houille; sur le durcissement superficiel, la définition de la nuance des aciers, leur traitement thermique, et le dosage du silicium.

Il avait formé des élèves et des collaborateurs qui gardent l'empreinte de son esprit et de sa méthode, M. Léon Brun et M. Jacqué ont longuement travaillé avec lui, et il terminait en 1945, avec M. Pingault, un ouvrage sur les « Principes élémentaires de sidérurgie ».

Sa personnalité ne se limitait pas à la métallurgie: ses amis m'ont dit quel intérêt il prenait à la littérature, où sa critique incisive faisait de larges coupes, à la musique, qu'il aimait et cultivait depuis son enfance.

Il m'ont dit aussi, et cela me fut prouvé par la bienveillance de son accueil, quel fond de bonté était caché sous une apparence d'ironie.

Lorsque j'eus l'honneur de lui être présenté, j'étais loin de déceler les traces de ses quatre-vingts ans; sa curiosité sans cesse en éveil me valut le plaisir de sa visite au Laboratoire de Télévision, où il m'étonna par ses réflexions sur ce sujet nouveau pour lui. Rien, à ce moment, ne pouvait laisser prévoir sa brusque fin. Très vif d'allure, il refusa même d'utiliser l'ascenseur « J'ai un cœur qui ne craint pas l'escalier », me disait-t-il. C'est pourtant une crise cardiaque qui l'emportait, deux jours après...

Cet ultime et amer souvenir montre à quel point G. Charpy avait conservé, jusqu'à l'extrême limite de son existence, le parfait équilibre physique et moral, qui a fait dire à mon éminent Confrère, A. Portevin: « Il disparait sans que nous ayions pu saisir le moindre affaiblissement dans ses facultés intellectuelles, dans ses qualités, et dans l'attrait de ses relations ».

C'est une très belle et originale figure de la Science et de l'Industrie françaises que j'ai essayé, aujourd'hui, de rappeler, sans compétence spéciale, mais de grand cœur, et ceci me vaudra peut-être l'indulgence de ses très nombreux admirateurs et amis.

ALEXANDRE GUILLIERMOND

1876 - 1945

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

ALEXANDRE GUILLIERMOND

(1876-1945)

déposée en la séance du 21 avril 1947,

PAR

M. ROGER HEIM

Membre de l'Académie des Sciences.

On peut parfois expliquer la vocation d'un homme de science par le déclic précoce d'un enthousiasme né au contact d'une vision frappante ou accidentelle qui trouve le terrain prêt à l'accueillir — et ce sera, pour l'enfant, la décision irréductible de suivre sa voie, quitte à rompre avec les avis paternels qui le dirigeaient vers une destinée conforme à des projets familiaux déjà établis. Mais fréquemment aussi l'explication vient toute droite de l'ascendance même qui cueille l'héritier comme le fleuve au passage décroche et entraîne une

herbe aquatique: ainsi fut Alexandre Guilliermond dont la carrière a été l'aboutissement logique d'une lignée d'hommes, tous pharmaciens ou médecins, familiers de la biologie, et conquis par elle.

Son arrière-grand-père, Bruno Guilliermond, né en 1776, à Pont-Saint-Esprit, s'établit comme pharmacien dans la cité lyonnaise. Mais il est en même temps un chimiste de valeur. On lui doit des publications sur les alcaloïdes du quinquina, et encore une découverte: celle des cachets. Le grand-père de Guilliermond, André-Alexandre, reste dans le sillon paternel: il poursuit les études sur le dosage de la quinine, qu'avait inaugurées son père; en collaboration avec J.-A. Socquet, il met au point le sirop iodo-tannique qui permettait une assimilation aisée de l'iode par l'organisme, spécialité célèbre qui fut à l'origine de la fortune familiale. Mais la pharmacie du grand-père n'est pas seulement l'officine d'où rayonne l'heureuse formule; elle est le foyer vivant d'un cercle d'esprits savants, dont le souvenir est demeuré dans la science: Loir, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon et beau-frère de Pasteur, Albin Haller, le chimiste organicien, Georges Ville qui débuta comme préparateur à la pharmacie Guilliermond avant de devenir professeur de physique végétale au Muséum National, l'illustre physiologiste Auguste Chauveau, alors professeur à l'École Vétérinaire, l'histologiste Antoine Ranvier, lyonnais lui aussi, élève de Claude Bernard, et plus tard professeur au Collège de France, que l'Académie des Sciences devait accueillir comme membre titulaire, de même que Haller et Chauveau.

Jacques Guilliermond, le père de notre confrère, était à la fois docteur en médecine et pharmacien. Esprit original, montrant une propension marquée pour la critique, un goût inné pour les discussions philosophiques, nature sérieuse, même un peu triste, il mourut très jeune — à 32 ans —, laissant à sa femme, qui était la fille du médecin Joseph Rollet, syphiligraphe réputé, chirurgien-major de l'Antiquaille, professeur d'hygiène à Lyon, élu correspondant de de l'Académie des Sciences en 1893, le soin d'élever leur fils, le jeu-

ne Alexandre, âgé seulement de deux ans, puisqu'il est né à Lyon, le 15 août 1876. Jeanne-Magdeleine Rollet, mère de l'enfant, était une femme fort intelligente, d'une sensibilité accusée, peut-être un peu entêtée dans ses idées, et qui sut comprendre la nature secrète de l'enfant, presque impénétrable, d'une timidité maladive. Remariée avec le célèbre médecin-légiste Lacassagne, elle devine l'inquiétude que son jeune fils ressent devant une telle transformation de la maison. Mais ce qu'elle ne sait pas, c'est l'angoisse qu'il éprouve en observant silencieusement le déclin de la santé de sa mère, qui lui est à son tour ravie par une crise cardiaque. Elle avait 37 ans, et Alexandre, resté orphelin, en a 16. Un tel événement, survenu à l'âge où l'adolescent a plus que jamais besoin de la tendresse confiante d'une mère, l'a marqué pour toujours, non seulement dans la profondeur de son âme, mais en secouant tout l'équilibre nerveux d'un organisme déjà troublé.

Car, depuis des années, l'individualité de l'enfant s'est dégagée, expliquant tout le comportement futur de l'homme. Dans sa personnalité se retrouve nettement la marque de sa double ascendance. De son père, il a reçu l'indépendance de la pensée, le goût pour la philosophie, la fidélité dans ses sentiments. Une sensibilité extrême, marquée surtout d'une excessive timidité, semble plutôt transmise par la voie maternelle. Très réservé et rêveur, tel il apparaît surtout, traits dont l'accentuation est due à l'isolement moral où son tempérament et son état d'orphelin l'ont placé très tôt. L'un de ses meilleurs élèves, qui fut son confident, L. Emberger, a rappelé que cette sensibilité et cette timidité « l'avaient prédestiné à être incompris et la victime de tant de mécomptes qu'il a endurés ou éprouvés ». On conçoit, en effet, toutes les souffrances qu'il ressentit devant certaines injustices dont il fut victime au cours de sa carrière. On conçoit aussi combien l'école fut rude pour l'enfant, jusqu'au jour où il rencontra enfin un maître qui sut le deviner, M. Bachod, son professeur de 5ème, qui put obtenir de lui, par la douceur et une certaine flatterie faite d'encouragements, les premiers résultats heureux dont le jeune élève fut très satisfait.

La timidité du jeune homme n'excluait pas sa curiosité, bien au contraire. Mais une curiosité qui ne s'extériorisait nullement, et qui trouvait en lui-même à la fois ses raisons et ses appréciations. Déjà se précise cette concentration introspective, cette vie intérieure en laquelle le repli n'empêchait pas la volonté, volonté petite et tenace du craintif, qui finit par triompher grâce à une discipline de l'effort et à une louable ambition, car la vie de Guilliermond a été hérissée, sauf à la fin de sa carrière, d'obstacles et d'insuccès. Jeune, il est un élève médiocre, parce que rêveur, c'est-à-dire distrait, et déjà marqué par la timidité inhibitrice. Nul mieux que lui ne reste associé aux souvenirs. Volontaire dans son désir, il ne saura pas toujours se décider à choisir.

Il est grand admirateur de Napoléon, et songe à suivre la carrière militaire: passion d'enfant, toute fugitive, et surtout reflet d'un complexe d'infériorité dont il sera toute sa vie la victime. Ayant des dispositions pour la peinture, il entre ensuite dans l'atelier de Tony Tolley, mais il se sent moins d'attraits que de mérites pour cet art. Alors les sciences biologiques sont en plein essor. La microbiologie vient de naître. Chaque jour on s'en entretient autour de lui dans une ambiance un peu sévère où résonnent sans cesse les noms de Pasteur et de Claude Bernard. C'est donc le milieu familial, responsable de son orientation définitive, qui prend en charge involontairement son avenir.

*
* *

Il entre à la Faculté des Sciences de Lyon pour suivre l'enseignement du P. C. N. et de la licence. Il y rencontrera les deux maîtres qui décideront définitivement de son orientation: M. Maurice Caullery et Camille Sauvageau. Des leçons de ce dernier, Guilliermond garde une vision suggestive sur la sexualité des Champignons et des Algues dont la richesse des dispositifs reproducteurs tient pour lui du merveilleux, et il se passionne de suite pour ces groupes. M. Caullery s'intéresse plus spécialement au jeune homme, devine

qu'il ira loin, le met en relation avec l'Institut Pasteur de Paris, et ne le perdra jamais de vue. Les leçons de Le Dantec l'ont conquis aussi, comme pouvait le faire un esprit brillant dont les théories trop personnelles ne devaient séduire que des étudiants scientifiquement candides, plus aptes à enregistrer qu'à critiquer.

La lecture du Traité de microbiologie de Duclaux conduira Guilliermond au sujet de sa thèse de doctorat. Il s'étonne de ne rien trouver dans cet ouvrage qui le satisfasse sur les affinités systématiques des Levures. Fraîchement nourri du souvenir des cours de Sauvageau sur la reproduction des Thallophytes, il se persuade qu'il conviendrait de rechercher les véritables particularités et la nature précise de celles-là. Mais il ne pourra aborder fructueusement ce domaine que s'il a pu percevoir auparavant dans leur détail les caractères cytologiques de ces microorganismes. Ainsi Guilliermond a-t-il été conduit à la cytologie: par son désir d'éclairer la systématique d'un groupe encore mystérieux de Champignons. Et il peut paraître, en vérité, quelque peu paradoxal de lui attribuer ce désir préalable, cette première tendance à se livrer à la taxonomie, quand on sait combien il était facile de lui reprocher, trente années plus tard, de sacrifier la forme et l'espèce à la poursuite de découvertes intracellulaires, toujours poussé qu'il était à entrer plus complètement dans l'intimité même du protoplasme par suite de l'entraînement forcené où le conduisaient sa perspicacité et sa curiosité de cytologiste

Mais, dès le départ, de sérieuses difficultés semblaient devoir s'opposer au programme ambitieux qu'il s'était fixé. Les travaux sur la structure cellulaire des Levures révélaient à cette époque des opinions bien diverses quoiqu'on admettait de préférence que ces Champignons se distinguassent de tous les autres par une structure primitive qui leur était propre. Certes, les idées de Brefeld, qui s'efforçaient d'identifier les Levures à de simples formes de développement de Champignons plus évolués, étaient-elles très attaquées. Et les recherches, déjà classiques, du Danois Hansen sur le développe-

ment des Levures dont il faisait un groupe autonome proche des Exoascées paraissaient appartenir à cette sorte de travaux complets qui apportent, dans leur creuset, tout l'essentiel d'un domaine, né ainsi de la découverte d'un seul homme. Il fallait beaucoup d'ardeur et une louable témérité pour rêver y ajouter un jour une contribution de poids.

Cependant, le jeune Guilliermond attaque le problème difficile de l'origine et de la structure des Levures avec la hardiesse d'un débutant, servi par la volonté d'aboutir. Mais les difficultés ont été sous-estimées; les techniques d'observation sont délicates, les interprétations épineuses. C'est alors que la chance intervint pour le jeune homme sous la forme des conseils réfléchis de Louis Matruchot. Avec bienveillance, celui-ci examine les préparations du jeune Guilliermond; sans doute éprouve-t-il aussi quelque peine à en tirer des déductions solides. Mais le maître et l'élève ajoutent leurs propres acquisitions, l'un sa compétence née d'une pratique déjà plus longue, l'autre son acuité. Ainsi Guilliermond, devenu le disciple de Matruchot après avoir subi l'influence maîtresse de Sauvageau, pourra-t-il conduire à son terme une thèse de doctorat qui semble annoncer une brillante carrière et qui lui ouvre en même temps une place dans le Laboratoire de l'École Normale dont on venait de confier la direction à Matruchot. Des obstacles avaient été franchis. La voie semblait désormais libre.

Le jeune docteur aura donc la faculté de partager son temps d'études, pendant plusieurs années, entre Lyon et Paris, entre l'Université Lyonnaise et la rue d'Ulm. Peu à peu, des repères essentiels sont acquis au milieu d'un vaste domaine. Durant dix ans Guilliermond en tirera la substance essentielle de ses publications. D'abord, il met en évidence la structure des Levures, analogue à celle des autres Champignons, munies d'un noyau caractéristique se divisant par amitose et d'une vacuole principale contenant des corpuscules métachromatiques dont grande est l'affinité pour les colorants basiques, et qui, peu à peu transmissibles dans les spores, se comportent

comme des produits de réserve, de même que les graisses et le glycogène qui les accompagnent dans l'épiplasme. L'étude de la formation des spores révèle à Guilliermond un mode tout à fait comparable à celui qui s'applique à la naissance des ascospores chez les Ascomycètes supérieurs. Celles-ci se montrent d'ailleurs souvent en nombre constant: 8 dans le *Schizosaccharomyces octosporus*, 4 dans le *Saccharomycodes Ludwigii*. Si l'on observe de fréquentes variations dans ces chiffres, c'est en raison de la dégénérescence de certains noyaux au cours de deux mitoses successives. Mais, en général, c'est autour de 4 qu'ils oscillent.

Après, Guilliermond découvre chez les Levures le jeu de phénomènes sexuels, auparavant insoupçonnés. La diversité de ces dispositifs, progressifs ou régressifs, s'inscrit par certaines de ses modalités parmi les fraîches conquêtes de la biologie générale. En même temps, les observations de Guilliermond répondaient à la question restée en suspens depuis Pasteur: les Levures ne sont pas des formes momentanées se rattachant au cycle de Champignons plus évolués; elles constituent un groupe autonome d'Ascomycètes inférieurs. Il convient, certes, d'ajouter un correctif à cette conclusion fondamentale: il s'agit de distinguer les Levures vraies, auxquelles l'affirmation ci-dessus s'applique, des formes-levures, que Guilliermond a d'ailleurs en partie reconnues et définies, et qui, elles, constituent véritablement des stades blastérosporés d'espèces filamenteuses qui peuvent être non seulement des Ascomycètes, mais aussi des Protobasidiomycètes — comme les Ustilaginales — ou des Hyménomycètes mêmes — comme nos *Termitomyces*.

Relatons maintenant les principales étapes qui sillonnent le développement des remarquables travaux de Guilliermond sur la sexualité des Levures, l'un des chapitres essentiels de nos connaissances actuelles sur la sexualité en général.

C'est sur du matériel tropical que Guilliermond a pu mettre en évidence le processus sexuel; les *Schizosaccharomyces octosporus*, *Pombe*, *mellacei* le lui ont apporté. Ainsi observa-t-il la copulation

isogamique de deux cellules qui se réunissent d'abord par un canal, puis la caryogamie. Deux ou trois mitoses successives donnent naissance, dans l'asque produit par la germination directe de la zygospore, à 4 ou 8 spores respectivement.

Après la découverte de la copulation isogamique par Guilliermond en France, et, à la même époque, par Barker en Angleterre — ce dernier sur les *Zygosaccharomyces* —, le biologiste français observait une copulation hétérogamique dans le *Debaryomyces globosus* et le *Zygosaccharomyces Chevalieri*. Cette fusion s'opère entre un macrogamète mûr, ayant terminé sa croissance, et un jeune bourgeon qui vient de se détacher de sa cellule-mère et qu'on peut assimiler à un microgamète. Ce dernier vide son contenu dans le macrogamète au sein duquel la caryogamie se produit. Alors du macrogamète émane l'asque.

Les deux types fondamentaux de sexualité chez les Levures étaient désormais connus.

Mais l'attention de Guilliermond s'était portée également sur la présence de cellules qui se transforment directement en asques sans qu'aucun contact extérieur vienne déclancher le déclic fécondateur. De plus en plus il observa la fréquence de tels cas de parthénogénèse, même chez des espèces dont les souches manifestent d'ordinaire une sexualité typique. Mieux, il découvrit, chez plusieurs espèces de Levures, des amorces de sexualité, intermédiaires entre la réussite et l'absence. Cette sexualité se traduit, en effet par trois indices: un appel, se manifestant par la production de diverticules, soumis à l'action d'un tropisme particulier correspondant à la manifestation naissante, primitive, de la sexualité proprement dite, puis une copulation, enfin une fusion nucléaire et cytoplasmique, chacun de ces phénomènes étant indispensable à la réalisation des suivants. Mais le premier de ces indices peut ne pas aboutir par suite d'une impuissance sexuelle en quelque sorte. C'est une telle régression que Guilliermond observa chez le *Zygosaccharomyces Pastori* où toutes les cellules, petites et grosses, émettent bien des tubes copula-

teurs, mais sans qu'un contact prochain puisse être réalisé: à côté de quelques copulations souvent infructueuses, la plupart des cellules renoncent à sporuler ou se transforment en asques parthénogénétiques. Et cependant, les diverticules peuvent se côtoyer, même s'accoler, mais sans que la cloison qui les sépare arrive à se résorber.

Ainsi Guilliermond est-il conduit à supposer que les Levures qui n'offrent pas trace de sexualité dériveraient de Levures primitivement douées de sexualité et qui, peu à peu, l'auraient perdue. Mais en même temps il met en lumière la diversité des processus de sexualité à l'intérieur de ce groupe.

Hansen avait remarqué, sans y découvrir un indice sexuel, que les ascospores du *Saccharomycodes Ludwigii* fusionnaient deux à deux avant de germer. Reprenant en détail l'examen de ce phénomène, avec le secours des méthodes cytologiques, Guilliermond devait démontrer qu'il est accompagné d'une caryogamie et qu'il répond à la définition même d'une copulation isogamique. Mieux, il met en évidence ce même mécanisme chez plusieurs Levures rapportées des tropiques par M. A. Chevalier, comme les *Saccharomyces Mangini* et *Lindneri*. Ainsi, à côté des Levures dont la copulation précède la formation de l'asque, Guilliermond en découvrait dont la copulation était reportée à un stade ultérieur marqué par la fusion des ascospores. On voit comment ces acquisitions se traduisent dans la délimitation des cycles que Strasburger a, une fois pour toutes, définis: on peut identifier les Levures à copulation précédant la formation de l'asque à des êtres haplobiontiques, la zygospore constituant toute la diplophase, alors que ces Champignons dans lesquels la copulation tardive a lieu entre ascospores sont des êtres diplobiontiques dont l'haplophase se réduit à l'ascospore.

Par les recherches de Guilliermond, le problème de l'origine des Levures, posé mais non résolu par Pasteur, était définitivement éclairé. Le sporange de ces organismes est bien assimilable à l'as-

que des Ascomycètes. Les Levures forment un groupe autonome, caractérisées par des particularités sporales et l'existence d'une sexualité.

Il restait à découvrir les affinités précises de ces Champignons dans le cadre des Ascomycètes. Tout d'abord, Guilliermond critique la conception de Hansen qui les rapprochait des Exoascées, et il montre que ces dernières se rapprochent plutôt des Ascomycètes supérieurs. Par contre, les Endomycétacées vont lui livrer la clé du problème de la phylogénie des Levures, grâce à l'analyse cytologique approfondie de leurs organes. Chez l'*Eremascus fertilis*, Guilliermond confirme l'existence d'une copulation isogamique, entrevue par M^lle^ Stoppel, et qui se manifeste par la jonction entre de courts rameaux latéraux formés par deux cellules contiguës du même filament; dans la zygospore apparue ainsi, à l'extrémité conjuguée de ces rameaux-gamètes, se produit une caryogamie qui conduira finalement par trois mitoses successives, à la production d'un asque octosporé.

Chez certains *Endomyces*, comme le *fibuliger*, dont on fait maintenant le genre *Endomycopsis* caractérisé par la formation consécutive et réversible d'arthrospores et de blastospores, l'acte sexuel n'est qu'amorcé, ou, mieux, il est relictuel, indicatif: l'un des diverticules s'atrophie et ne participe au phénomène sexuel que par sa présence; l'autre diverticule forme un œuf parthénogénétique qui donnera un asque tétrasporé. Ici, par conséquent, les asques naissent par parthénogénèse, dans des gamètes qui ont cherché à se conjuguer, comme chez certaines Levures. Mais la parthénogénèse peut être installée définitivement, les asques naître dans des cellules isolées, sans qu'aucune tentative de copulation se manifeste: tel est le cas de l'*Endomyces capsularis*.

Par contre, une sexualité typiquement hétérogamique caractérise certains *Endomyces*, comme *E. Magnusii*: deux gamètes se forment respectivement à l'extrémité d'un rameau, l'un, allongé et ample, équivalent au gamète femelle, l'autre, court et petit, assimilable au

mâle; ce dernier déverse son contenu dans le premier où s'opère la caryogamie, qui conduit à une zygospore produisant un asque tétrasporé.

On voit la parenté étroite, mise en évidence par Guilliermond, entre les Levures vraies et les Endomycétacées: dans les deux groupes pareille existence de formes à blastospores, ou spores levures, et à oïdies, provenant d'une fragmentation du thalle; dans les deux groupes, même tendance évolutive vers la parthénogénèse, même possibilité de saisir la marque d'une sexualité relictuelle parmi des espèces régressives, mêmes dispositifs, iso et hétérogamiques. La différence entre les unes et les autres se découvre surtout dans les caractères du mycélium, qui s'affirme chez les Endomycétacées, alors qu'il reste rudimentaire, quand il existe, chez les Levures vraies. On conçoit donc que chez les premières les asques puissent se former par copulation entre cellules mycéliennes, tandis que chez les secondes ce sont les blastospores qui se rapprochent et s'unissent. Guilliermond pourra tracer toute la phylogénie de ces groupes en s'appuyant sur ces distinctions et ces rapprochements. Il voit l'ancêtre dans un *Eremascus* d'où se seraient détachés deux rameaux, l'un réunissant des formes à conidies-levures, l'autre des formes à oïdies. Par régression du mycélium, le premier aurait conduit aux *Zygosaccharomyces*, l'autre aux *Schyzosaccharomyces*.

Ces travaux fondamentaux et leurs solides déductions sont vite devenues classiques. De nombreux auteurs, entraînés à la suite de Guilliermond par la fécondité du domaine qu'il avait ouvert, en confirmaient bientôt les conclusions. De nouveaux exemples venaient répéter, sans jamais infirmer, les observations du cytologiste français. Chez les Endomycétacées, Nadson et Konokotine mettaient en évidence la copulation isogamique du *Guilliermondella selenospora*, Saïto découvrait des *Endomyces* où la sexualité se réduisait à des vestiges, quand toute trace n'en avait pas disparu.

Cependant, le point de vue ancien de Hansen sur les relations entre les Levures et les Exoascées devait être réexaminé, et par Guilliermond lui-même, qui trouvait là l'affinité permettant de rompre

l'apparent isolement des Levures diplobiontiques dont le *Saccharomycodes Ludwigii* formait l'un des types les mieux connus.

Si Guilliermond a pu conduire au terme ses remarquables travaux sur les Levures, c'est que non seulement il leur a appliqué des techniques cytologiques précises, mais aussi en raison du fait qu'il a examiné méthodiquement un nombre considérable de ces organismes. Car il avait compris alors qu'aucune acquisition d'envergure n'était possible en biologie sans une connaissance approfondie des formes. Et si peu à peu il a dû se laisser orienter vers la cytochimie et la cytologie pure, son œuvre peut-être la plus originale et la plus solide se place dans le domaine des Levures. Il eût sans doute réagi, par un réflexe d'homme de bon sens, s'il avait assisté de plus près en ces dernières années, à l'hypertrophie prise en marge de toute raison morphologique par la génétique, à la base de laquelle ses propres travaux se sont placés. En publiant, en 1912, dans l'*Encyclopédie scientifique*, son livre classique sur les Levures, Guilliermond faisait figure de taxonomiste et donnait en quelque sorte à ses travaux leur consécration. Il prouvait la solidité de l'édifice qu'il avait construit et la valeur d'une classification que les recherches ultérieures ont enregistrée ou confirmée. Il avait compris que l'étude cytologique d'un groupe d'organismes ,sans la connaissance critique et précise de ceux-ci, c'eût été un peu comme le parcours incertain et inutile d'un aéronef privé d'observateur.

*
* *

A partir des Levures, Ascomycètes inférieurs, Guilliermond peu à peu aborde l'examen de Champignons plus évolués, transportant avec lui ses techniques et son désir de fouiller intimement le secret des cellules. Né naturaliste, il a vite été entraîné vers la cytologie, et il restera désormais attaché à ce domaine.

Il étudie les mitoses qui se produisent dans l'asque, décrit les figures cinétiques, les centrosomes, fuseaux achromatiques et asters.

Il compte des chromosomes. Il établit que chez le *Peziza rutilans* la première mitose est hétérotypique, la seconde homéotypique, la troisième typique, et qu'ainsi l'asque est le siège d'une seule réduction chromatique, et non de deux comme le croyait Harper; c'est-à-dire qu'on ne saurait admettre deux caryogamies successives dans le cycle évolutif des Ascomycètes supérieurs.

Mais c'est surtout par l'étude de certaines Hémiascées que Guilliermond a apporté à la phylogénie des Ascomycètes une contribution notable. Il a pu établir notamment que le *Spermophthora Gossypii*, parasite des graines de cotonnier, découvert par Ashby et Nowell, pouvait être interprêté comme une forme ancestrale située à l'origine des Ascomycètes et formant un lien entre ceux-ci et les Siphomycètes.

Le Champignon présente un mycélium primaire non cloisonné et ramifié, qui se renfle en un lieu subterminal selon une sorte d'ampoule se séparant par deux cloisons du reste du filament. Enfermés dans leur prison, les noyaux, au nombre de 5 à 15, se divisent deux fois chacun, les noyaux-fils se plaçant au centre. Ainsi ce renflement polynucléé correspond-il à un gamétange à cytoplasme très dense au centre, alvéolaire à la périphérie, où bientôt naissent autant de gamètes que de noyaux. La destruction de la paroi du gamétange libère ceux-là. Un court filament rappelant un trichogyne surmonte chacun des gamétanges. On voit que la formation de ces organes rappelle les Péronosporées, et l'individualisation des gamètes au sein du gamétange les Algues.

Chacun de ces gamètes enverra vers un autre gamète un prolongement par lequel leur contact s'établira. La fusion a lieu dans le canal copulateur lui-même. L'isogamie est absolue: aucune différence n'est décelable entre les éléments opposés. Après la fusion se forme une zygospore qui germe en un tube équivalent au sporophyte. De ce mycélium secondaire, vite ramifié, naissent des asques à huit spores.

Guilliermond a observé que cette espèce cultivée durant plusieurs années perdait sa sexualité en donnant naissance à des gamétanges vides ou impuissants à se conjuguer. On peut dire que ces gamètes se comportent comme des spores et reproduisent directement le mycélium primaire. On observe donc à la fois perte de sexualité et absence de sporophyte.

La découverte de Guilliermond donnait à l'hypothèse formulée précédemment par Dangeard sur la dérivation d'Ascomycètes à partir des Hyphomycètes une sanction définitive. Le *Spermophthora* au point de vue de l'alternance des générations fait le passage entre les formes haplobiontiques que constituent les Champignons inférieurs — dont l'œuf résume tout le stade diploïde — et les Ascomycètes supérieurs.

*
* *

Sans consacrer à l'étude cytologique des Algues une part d'originalité comparable à celle qu'il a apportée aux Champignons ascomycètes, Guilliermond a su préciser que les cellules des Cyanophycées sont constituées d'une mince couche de cytoplasme dépourvue de chondriosomes et de plastes, renfermant les pigments — chlorophylle et phycocyanine — à l'état diffus, et par un corps central volumineux qui a la valeur d'un noyau à structure primitive, formé d'un réseau chromatique net, mais non ceint d'une membrane nucléaire. C'était la confirmation du point de vue de Bütschli. Pareillement, les observations de Guilliermond sur les Bactéries apportaient leur soutien à la théorie du noyau diffus de Schaudinn: pas de noyau figuré, seulement de petites vacuoles polaires à métachromatine concentrée accompagnées de guttules lipidiques. La chromatine, diffuse dans le protoplasme, se concentre au moment où la spore se forme. Parfois, elle se condense en un filament chromatique axial rappelant le corps central des Cyanophycées, similitude qui ne peut que confirmer le voisinage phylétique des unes et des autres.

*
* *

Si la première partie de la carrière d'Alexandre Guilliermond est occupée presque exclusivement par l'étude des Levures, la seconde moitié de sa vie est consacrée strictement à la cytologie végétale. Il aura perdu tout contact avec la Systématique. Il l'aura peut-être même reniée, et désormais ayant pénétré à l'intérieur du globe cellulaire, il s'attachera dans sa sphère nouvelle à en creuser de plus en plus la structure.

Il a décrit et suivi les corpuscules métachromatiques chez les Levures, les Ascomycètes supérieurs, les Protistes. Il appartenait à Arthur Meyer de montrer qu'ils étaient des produits de réserve, et à P.-A. Dangeard que ce sont les colorants vitaux et les fixateurs qui précipitent la métachromatine primitivement en solution colloïdale dans les vacuoles.

Avec Beauverie, à qui le liait une solide amitié, il étudie les grains d'aleurone chez les Graminées, et il vérifie que ces corps sont le résultat de la deshydratation des vacuoles qu'ils reproduisent à nouveau lors de la germination. L'emploi des colorants vitaux a permis à Guilliermond de mener à bien cet examen et beaucoup d'autres.

Fort de l'expérience acquise dans l'étude approfondie des Levures, Guilliermond aborde, vers 1910, sur le conseil de Regaud et d'Henneguy, l'examen des organites en suspension dans le cytoplasme végétal. On ne connaît à peu près rien sur ce domaine à cette époque, alors qu'au contraire les recherches de Benda, de Regaud, de Meves, de Fauré-Frémiet, mettaient en lumière, par de nouvelles techniques de fixation, l'existence dans le cytoplasme animal de minuscules chondriosomes ou mitochondries, retrouvées par Meves dans les cellules nourricières des grains de pollen des Nymphéacées. Guilliermond, dès 1911, signalait la généralité de la présence d'un chondriome dans tout le règne végétal, notamment chez les Champignons, sauf chez les Cyanophycées et les Bactéries où de tels organites ne pouvaient être décelés, et il établissait en même temps

l'exacte concordance d'aspect et de comportement histochimique entre les mitochondries des cellules végétales et des cellules animales.

L'une des acquisitions les plus remarquables que la cytologie doit à Guilliermond concerne la formation de l'amidon au sein des chondriosomes. Il a montré, dès 1912, que les chondriocontes des plantes supérieures produisaient sur leur trajet de petits renflements vésiculeux dont le centre incolore correspondait au grain naissant d'amidon, qui se gonfle peu à peu, toujours enserré dans une pellicule mitochondriale. Ainsi, Guilliermond démontrait le bien-fondé de l'hypothèse de Schimper selon laquelle l'amidon résulte de la condensation des hexoses par les plastes et ne se forme pas au sein même du cytoplasme. Aux plastes qui désignaient depuis Schimper des éléments cellulaires, apparus par division des mêmes éléments préexistants, soit incolores (leucoplastes), soit chlorophylliens (chloroplastes), soit pigmentés (chromoplastes), s'ajoutaient ainsi les amyloplastes.

Guilliermond s'efforce ensuite de donner une démonstration plus précise de cette existence des plastes à amidon par l'observation vitale. Il se sert à cet effet des cellules épidermiques de certaines Monocotylédones. C'est ainsi que l'épiderme des bractées et des pièces florales de l'*Iris germanica* permettait à cet auteur d'observer sur le vivant tous les processus de la formation de l'amidon au sein des chondriocontes. Il suit l'évolution des chondriosomes en chloroplastes et la formation des pigments caroténoïdes, notamment dans les cellules épidermiques du glaïeul. Il a démontré que ces pigments naissent directement dans des chondriocontes ou bien dans des chromoplastes déjà gros, que ce soit à l'état diffus — xanthophylle —, ou à l'état d'aiguilles cristallines — carotène. En général, ce sont les chloroplastes, surtout dans les monocotylédones et de nombreux fruits, qui se transforment progressivement en chromoplastes par apparition de ces pigments.

Mais bientôt Guilliermond se rendait compte que le problème était plus compliqué qu'on pouvait le penser. Car, si certains chondrio-

contes se transforment, dans les cellules des végétaux supérieurs, en chloroplastes ou en plastes à carotène, d'autres subsistent auprès d'eux sans subir d'altération visible, sans paraître participer à l'élaboration de produits du métabolisme. Chez certaines Algues, toutes les cellules renferment des chloroplastes et des chondriosomes, selon deux catégories bien distinctes, sans lien génétique, chaque groupe se recrutant en quelque sorte sur lui-même. Deux théories s'affrontaient: Arthur Meyer voyait là deux catégories d'organites, morphologiquement voisins, mais chimiquement tout différents, les plastes et les chondriosomes. Pour Meves, au contraire, les éléments qui se transforment en plastes correspondent, à eux seuls, aux chondriosomes des cellules animales, alors que les autres éléments ne sont que des grains de métaplasme.

Guilliermond va s'efforcer de résoudre ce problème à une époque où sa réputation grandissante, son autorité incontestée de cytologiste, attirent autour de lui des élèves dont il fera plus tard des maîtres. Il voit la complexité de la question à laquelle ses travaux sur les chondriocontes devait fatalement l'amener, et il admet que seule une vaste enquête réalisée par le moyen des divers types de la série végétale lui permettra de baser solidement ses conclusions. Lui-même se réservera l'examen des cellules des Phanérogames, et il confie à ses élèves Louis Emberger et Georges Mangenot le soin d'étudier respectivement les Ptéridophytes et les Algues.

Mais, en même temps, Guilliermond, par l'examen de l'asque, de la baside et des sporanges de divers Champignons, montrait l'existence générale des chondriosomes dans ces organismes, sans leur attacher une responsabilité dans l'élaboration des produits du métabolisme cellulaire.

Et comme il arrive le plus souvent en pareille matière, aucune des deux théories entre lesquelles on hésitait ne se révèle la bonne. C'est une troisième qui s'impose. Le comportement de certaines Algues excluait la tendance à admettre que les plastes dérivent d'un chondriosome véritablement homogène. Contrairement à l'opinion de

Meves, les organites qui subsistent après la différenciation des plastes sont, eux aussi, de véritables chondriosomes. Contrairement à la théorie d'Arthur Meyer, les chondriosomes qui ont donné naissance aux chloroplastes, à l'amidon et au carotène ont non seulement la même forme mais les mêmes propriétés chimiques, et ce sont celles des chondriosomes des cellules animales. La question se révélait difficile et complexe.

Sans insister ici sur les étapes qui l'ont mené à ses conclusions, nous nous contenterons de dire que Guilliermond, par l'étude des Phanérogames, a été conduit à admettre l'existence de deux lignées distinctes de chondriosomes, évoluant parallèlement, et sans aucun lien entre elles. L'une comporte de vrais chondriosomes, assimilables à ceux des animaux et des Champignons, et qu'on rencontre dans *toute cellule*. L'autre est propre seulement aux plantes à chlorophylle: ce sont des plastes, en relation directe avec la photosynthèse, les plastes de Schimper. Par ailleurs, Emberger et Mangenot établissaient chez toutes les Fougères et chez quelques Algues la réversibilité de la forme chloroplaste et de la forme chondriosome, par perte ou gain de chlorophylle, alors que la plupart des Algues montrent une apparition continue de chlorophylle dans des cellules où coexistent chloroplastes et chondriosomes.

Ainsi les plastes sont des chondriosomes d'une lignée supplémentaire et ne sont que cela. A l'état de repos, il ne se distinguent pas des autres chondriosomes, ils en ont les caractères physiques et histochimiques. C'est seulement à l'état fonctionnel que le produit élaboré détermine la modification de leurs formes, soit définitivement, soit momentanément.

La solution d'une des questions-clés de la cytologie générale était acquise.

*
* *

Le problème controversé de l'origine et de la signification des plastes se retrouve, aussi délicat, aussi complexe, quand on aborde les vacuoles. Même divergence d'opinions. Même apparente inconciliabili-

té des théories. Et bientôt même acharnement des auteurs à s'en tenir à des définitions personnelles qu'un examen objectif permettait d'interpréter comme non incompatibles. Ici se place une controverse animée entre les chefs des deux Écoles cytologiques françaises, qui toutes deux ont influencé profondément l'évolution de la science de la cellule: Guilliermond et P.-A. Dangeard.

La théorie de De Vries et de Van Tieghem voyait dans les vacuoles des sortes de plastes liquides se transmettant par division de la cellule qui les contenait.

Tout d'abord Guilliermond étudie le mode de formation de l'anthocyane, et il lui assigne une origine mitochondriale: les mitochondries s'imprégneraient d'anthocyane pour se transformer ensuite en vacuoles qui renferment de ce même pigment. Mais Pensa montrait plus tard que cette hypothèse ne pouvait être adoptée, les figures anthocyaniques miment des mitochondries, mais elles ne se conservent pas par les méthodes qui fixent ces dernières. Dangeard établissait de son côté que le système vacuolaire apparaissait toujours, après coloration vitale, sous une forme semblable à des mitochondries, et que l'origine de l'anthocyane participait à ce cas général de formation de vacuoles. Constituées par de la métachromatine en solution très concentrée, ces dernières se gonflent par absorption d'eau, s'anastomosent en réseaux qui par agrégation constituent en définitive de grosses vacuoles faites de métachromatine fortement diluée. Ainsi Dangeard donnait l'explication définitive du phénomène observé par Guilliermond, et les auteurs, y compris celui-ci, s'y ralliaient. Par contre, Dangeard, entraîné par sa découverte, croyait pouvoir généraliser celle-ci à l'ensemble du chondriome, qui, pour lui, ne correspondait plus qu'à certaines phases du vacuome. Ici ont retenti les âpres discussions entre les deux cytologistes, dont l'objet était donc les relations exactes entre vacuome et chondriome.

Pour Guilliermond, ces deux systèmes sont entièrement indépendants, et les ressemblances entre les vacuoles chondriosomiformes et les chondriosomes ne traduisent qu'une simple convergence morphologique, se superposant à une viscosité voisine. Mais une qualité

reste déterminante: les vacuoles se teignent intensément par la plupart des colorants vitaux, les chondriosomes non. Au contraire, le vert Janus colore ces derniers, et non les autres. Enfin, pour Guilliermond le terme de vacuoles s'applique à des entités bien diverses, chimiquement différentes, et naissant *de novo*. Elles n'ont de commun que la propriété d'absorber les colorants vitaux. Mais leur composition révèle la présence, non pas seulement de métachromatine, mais aussi de protéides, de tanins, de complexes phospholipidiques. «Le vacuome n'est que l'expression d'un état physique spécial». Mieux, Guilliermond croit découvrir dans certaines cellules végétales deux catégories distinctes de vacuoles.

Ainsi devient-il bien difficile de caractériser le vacuome. Les propriétés qui semblaient tout d'abord le définir — substances colloïdales en suspension, pouvoir accumulateur vis-à-vis des colorants vitaux — ne sont pas constantes, et cependant sa valeur s'impose au sein de la cellule. Pour Guilliermond, le vacuome est l'intégration de tous les produits du paraplasme capable de donner avec l'eau des solutions ou des pseudo-solutions. Il caractérise, dans le cytoplasme, une phase aqueuse particulière.

*
* *

Nous ne saurions nous appesantir maintenant sur les autres travaux de Guilliermond qui ont trait à des questions incidentes de cytologie ou de cytophysiologie. Rappelons-en les objets: relations de l'appareil de Golgi et des canalicules de Holmgren avec le vacuome et avec le chondriome, hétérogénéité de cet appareil de Golgi formé d'éléments disparates se rattachant soit au chondriome, soit au vacuome, soit à des formations spéciales, mise en évidence des granulations lipidiques ou microsomes qui constituent une phase hydrophobe qui draîne les produits liposolubles du métabolisme, mode de formation du glycogène, des graisses, des essences, caractères microchimiques de certains pigments — anthocyane, composés oxyflavoniques, flavine —, action du pH sur la coloration vitale, etc...

Par la diversité de ces sujets et la valeur des acquisitions qui sont dues à Guilliermond et à ses élèves, on peut dire que l'éminent cytologiste a apporté une part essentielle dans la contribution scientifique de notre pays depuis le début de ce siècle.

Cette influence a pénétré loin, parmi les biologistes du monde entier, grâce non seulement aux multiples notes originales de Guilliermond, mais aux ouvrages de synthèse qu'il a rédigés: *Les Levures* (Doin éd., 1912), son *Introduction à l'étude de la Cytologie* (Hermann éd., 1938), le monumental *Traité de Cytologie végétale* (Le Francois éd., 1933) auquel L. Plantefol, et surtout G. Mangenot — son plus intime élève, son confident et son successeur —, ont apporté leur collaboration, enfin, avec G. Mangenot encore, ce *Précis de Biologie végétale* (Masson, éd., 2e éd., 1941) qui est aujourd'hui entre les mains de tous les étudiants des Facultés. Il devient directeur de la *Revue générale de Botanique*, qu'avait fondée Gaston Bonnier, et il crée la *Revue de Cytologie et Cytophysiologie végétales* qu'il dirige également. C'est ainsi que, par son action et celle de ses écrits et de ses livres, l'influence de Guilliermond sur l'instruction et la vocation des jeunes chercheurs a été essentielle durant ces quinze dernières années.

Ou bien l'homme de science se révèle par la stricte valeur de ses propres travaux, ou bien il rayonne par le développement, autour de lui, d'une ambiance d'études qu'il inspire et dont il saura faire son École. Question de tempérament. Marin Molliard a joué son rôle par le seul poids de ses publications; passionné de recherche, il a suivie sa voie égoïstement pourrait-on dire, ou peut-être, en d'autres termes, modestement, sans chercher à s'entourer d'élèves. Guilliermond, au contraire, ne s'est pas contenté de réunir son édifice, avec ses seuls matériaux; il y a joint constamment les moyens de l'élever par les concours qu'il enflammait ou dirigeait. Il a été, en même temps qu'un chercheur remarquable, un incomparable chef d'École. Bien des cytologistes ou des physiologistes français, aujourd'hui professeurs de Faculté, furent ses élèves: G. Mangenot, L. Emberger, J. Turchini, A. Eichhorn, J. Chaze, R. Gautheret, Ma-

dame G. Hurel-Py. Nombreux sont ceux qui ont tiré de leur séjour auprès de Guilliermond la meilleure part de leur formation, nombreux les savants étrangers qu'il a accueillis, venant de Belgique, du Portugal, d'Amérique du Sud, et d'ailleurs.

*
* *

Car, peu à peu, lentement, difficilement, par à-coups, la carrière d'Alexandre Guilliermond, s'est déroulée, semée d'embûches.

Ce n'est qu'en 1913 qu'une charge de cours de Botanique agricole lui est consentie à la Faculté des Sciences de Lyon. Il échoue comme maître de conférences en cette ville, puis encore à Strasbourg au lendemain de la première guerre mondiale. La succession de Girard, à Lyon, s'avère impossible. Il sent le découragement le saisir. Et cependant, à l'étranger, ses travaux pénètrent, s'imposent, ouvrent la voie.

En 1923, Guilliermond perce enfin en s'évadant de Lyon où une campagne de discrédit l'a miné: grâce à l'appui de Marin Molliard surtout, il est nommé chargé du cours de Botanique au P. C. N., à Paris. Sans doute doit-on se féliciter que l'opposition rencontrée dans sa ville natale ait permis, par ricochet, à Paris de le recevoir, et à Guilliermond d'y trouver des moyens de travail et des collaborations qu'il eût difficilement réunis à Lyon.

En 1927, il est titulaire de la chaire de Botanique du P. C. N., puis il succède à la Sorbonne à P.-A. Dangeard. En quatre années, il a franchi les derniers échelons de l'échelle professorale. Alors lui viennent les honneurs, en une gerbée. De nombreuses Sociétés et Académies étrangères l'inscrivent sur leur palmarès. Les Sociétés Botanique et Mycologique de France le désignent comme Président. En février 1935 enfin, il succède à Henri Lecomte à l'Académie des Sciences dans le fauteuil de Lamarck; il y retrouvera le souvenir lointain de quelques-uns des hommes qui se réunissaient chez son grand-père, dans l'officine lyonnaise, un demi-siècle aupa-

ravant, et que l'Institut devait honorer par la suite.

Il se remarie avec Mlle Hélène Popovici et deux charmantes filles bientôt éclairent son foyer.

*
* *

La guerre est venue. Elle éprouve déjà l'homme sensible et nerveux, peu capable de résister à des temps tragiques qui allaient bientôt obliger beaucoup de Français à prendre une position à la fois solide et tendue. Il pressent le désastre, par pessimisme naturel, mais aussi par perspicacité. Le désastre survient, et, avec lui, une sorte de nuit qui l'enveloppe. Il ne rentre pas à Paris, mais reste à Saint-Simon, dans la maison de famille. Il ressent vivement l'écho de chaque événement et cette répétition lancinante, que seuls des hommes forts pouvaient enregistrer, le brise. En 1942, le gouvernement de Pétain le met à la retraite d'office, pour la raison qu'il ne veut pas regagner la capitale où il sait trouver les troupes étrangères et de multiples difficultés et dangers que son organisme supporterait mal. Cette sorte de blâme universitaire, qu'il aurait pu apprécier, et les restrictions auxquelles il doit pour la première fois s'efforcer de s'adapter sans bien y parvenir, le minent profondément. La maladie vient alors le frapper.

Septembre 1944: La famille Guilliermond est réfugiée à Villerest. La Libération l'y trouve et apporte bientôt à Guilliermond la nouvelle de sa réintégration comme Professeur à la Sorbonne.

Mais l'homme est définitivement touché. Il le sait. Lucide, il analyse l'évolution du mal dans un pessimisme qui ravage douloureusement son moral. Il est mort presque subitement au matin de Pâques 1945, dans une clinique de Lyon.

*
* *

Je garde d'Alexandre Guilliermond le souvenir d'un homme du monde, d'une distinction rare, élégant par l'esprit et dans le geste, accueillant aux jeunes, doué d'une prodigieuse mémoire qui ne lais-

sait perdre le moindre détail d'une conversation ou d'une lecture, très attentif à tout ce qui l'entourait peut-être en raison même de son caractère où l'inquiétude constamment perçait, souvent sans raison. Il jugeait les hommes avec beaucoup de perspicacité et se montrait à ce propos rarement en défaut. Psychologue né, il était aussi à l'occasion d'une causticité d'où le mot heureux n'était pas exclu.

Sans être son élève, j'eus le privilège de pouvoir compter toujours sur son amitié agissante. Puis, une parenté, en nous liant plus intimement, venait s'ajouter à nos raisons de sympathie. Fréquemment, je conversais avec lui sur des sujets dont la cytologie était exclue. Alors je découvrais, derrière ses préoccupations scientifiques, son aptitude à juger lumineusement toutes sortes d'activités humaines, politiques et philosophiques. Peu à peu se dévoilait, à mes yeux, l'intensité d'une vie intérieure insoupçonnée.

Alexandre Guilliermond a disparu, mais le rayonnement de son action se prolonge. Ses élèves le continuent. Ainsi restera-t-il dans l'histoire de la biologie végétale à la fois comme un pionnier et comme un maître. Ainsi apporte-t-il aux jeunes l'exemple d'un homme qui a fait de la recherche un apostolat.

COMMÉMORATION

DU CENTIÈME ANNIVERSAIRE DE LA FONDATION

DE

L'ACADÉMIE AUTRICHIENNE DES SCIENCES

à VIENNE,

le mercredi 14 mai 1947.

ALLOCUTION DE M. CHARLES JACOB

Membre de l'Académie des sciences.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT (1),

EMINENCE (2),

MONSIEUR LE CHANCELIER (3),

MESSIEURS LES MINISTRES (4),

MESDAMES et MESSIEURS.

L'honneur de parler au nom des Académies et Sociétés étrangères, présentes ou absentes, qui s'associent de grand cœur à cette cérémonie, m'est échu sans doute parce que, de même que l'Académie de Vienne, l'Institut de France est polyvalent. A côté de son

---

(1) M. le Président fédéral Karl Renner.

(2) S. E. le Cardinal Innitzer.

(3) M. le Chancelier Leopold Figl.

(4) M. Félix Hurdes, Ministre de l'Éducation nationale, et les Représentants du Corps diplomatique.

Académie des Sciences, dont je suis le délégué, il comprend, en effet, en particulier, celle des Sciences morales et politiques et celle des Inscriptions et Belles-Lettres, qui sont un peu comme la Classe philosophique et historique d'ici.

Nos sentiments, comment vous les exprimer?

A notre arrivée à Vienne, dimanche, lorsque nous avons pénétré dans ce bel édifice dont la façade est reproduite sur la médaille du centenaire, une salle voisine nous a montré une bien intéressante exposition rétrospective, préparée par les soins de M. le Vice-Président, le Professeur Richard Meister. Sur une longue frise s'alignaient les portraits de tous les membres défunts de cette Académie. Ils semblaient nous regarder. Et l'on pouvait aussi se demander si, au royaume des ombres, ces hommes ne conversaient pas entre eux sur les conditions du temps présent.

Parmi eux, un géologue comme moi ne pouvait manquer d'interroger le souvenir d'un des plus grands, Eduard Suess, qui figura parmi les Associés étrangers de l'Institut de France. Son nom reste célèbre par son ouvrage: «*Das Antlitz der Erde*», traduit dans bien des langues. Or, l'édition française, menée à bien par M. Emmanuel de Margerie, comporte un épilogue de Pierre Termier, qui débute par une note sombre, bien compréhensible en décembre 1915, où son auteur pouvait écrire «qu'il coule trop de sang et trop de larmes sur les chemins d'épouvante où se traîne l'humanité». Depuis, hélas, bien d'autres cataclysmes ont ravagé la Face de la Terre, et l'on reste songeur en face d'une époque, où s'enfante «dans la douleur» un avenir que nous voulons espérer meilleur.

Pour nous, Messieurs, et je m'adresse aux savants de toutes catégories, depuis les mathématiciens jusqu'aux sociologues, pour nous, sortes d'apprentis-sorciers qui jusqu'ici ne sommes guère maîtres de l'emploi, bien ou malfaisant, qui a été fait des découvertes scientifiques, ne trouvons-nous point un refuge au moins provisoire, d'abord dans la joie de notre travail, ensuite dans nos relations confraternelles? Et l'atmosphère de ces relations peut-elle mieux se situer que par des lignes que j'ai extraites d'une lettre autographe

adressée jadis par Eduard Suess à notre Académie de Paris : « Il y a au-dessus de la zone des courants et des brumes une région calme et sereine dans laquelle le dévoilement des lois de la nature et les triomphes d'une humanité ennoblie se préparent et s'accomplissent ».

Restant dans cette pensée réconfortante, nous vous remercions, chers Collègues autrichiens, de nous avoir conviés à passer une semaine avec vous, et, aidés de vos pouvoirs publics, de nous recevoir si courtoisement dans cette ville de Vienne, cité d'art, cité de goût, cité de science, qui, même mutilée, demeure l'un des foyers les plus brillants de l'intelligence dans le monde civilisé.

FUNÉRAILLES

DE

PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD

Membre de la Section de Botanique,

à BOIS-COLOMBES, Seine,

le samedi 15 novembre 1947.

DISCOURS

DE

M. ROGER HEIM

Membre de l'Académie des sciences.

Au nom de l'Académie des Sciences, je viens apporter à Pierre-Augustin Dangeard l'hommage attristé, l'hommage reconnaissant, l'hommage unanime de ses confrères.

Notre peine trouve sa raison dans la cruelle circonstance qui ravit à sa famille, à ses élèves, à ses collègues l'homme que nous avons appris à estimer et à admirer. Mais elle se mesure aussi au vide qu'une telle perte provoque dans le domaine universel de la science.

Pierre-Augustin Dangeard est né à Ségrie, dans la Sarthe, d'une très modeste famille de cultivateurs, le 23 novembre 1862. A 16 ans il est reçu à l'École Normale primaire d'Alençon, et 3 ans après nommé instituteur-adjoint au petit bourg de Chanu dans l'Orne, puis à Flers. Entre-temps, encouragé par l'Abbé Martin, il prépare son baccalauréat et en subit avec succès les épreuves. En 1883, il entre comme professeur au Collège de Domfront, en même temps qu'il prépare sa licence à la Faculté des sciences de Caen. C'est là que le doyen Morière, peu de mois après, le remarque et le désigne comme préparateur. Disciple de Brébisson, imprégné de cette magnifique tradition des botanistes herborisants dont la Normandie a produit la plus belle lignée, Morière désirerait que le jeune Dangeard, dont la passion pour l'étude et pour l'histoire naturelle l'a frappé, suivît cette même route. Il le destine à la systématique des plantes. Mais déjà le jeune homme a senti se préciser sa vocation. La floristique des phanérogames lui paraît une fin de course, et il a soif d'espace. Il a soif de découverte. Le mouvement, la vie et l'inconnu le fascinent. Il veut chercher sa voie au travers du mystère et non par les sentiers battus. Il est décidé à l'avance à tracer lui-même son chemin. Car son ambition est grande: ambition de découvrir, de résoudre, de conquérir, avec sa propre initiative. Sur les flaques d'eau il se penche et s'essaie à y noter des phénomènes et des aspects jusque-là insoupçonnés. Il y fait vite connaissance avec le monde palpitant des Infusoires, des Algues, des Bactéries. Il se devine l'un des premiers explorateurs de cet énigmatique domaine. Un beau jour, il rapporte ainsi une Oscillaire, et, l'examinant au microscope, il y voit des filaments se renfler en ampoules d'où sortent de multiples corpuscules agiles. Il croit avoir découvert ce jour-là la reproduction des Cyanophycées. A l'algologue Bornet il fait part de son espérance. Bornet, tout en l'encourageant, le détrompe: ces corpuscules ciliés appartiennent à un parasite. Mais Dangeard ne se rebute pas; il reste enthousiasmé par cette vérité qui le contredit; il a manqué sa première découverte; il en fera d'autres, beaucoup d'autres.

L'influence de Bornet oriente sa vocation, la favorise. Il sent derrière lui la sympathie compréhensive du grand algologue. Alors le darwinisme est à la mode, et déjà les monères de Hæckel visent à reconstituer la première pierre de ce que fut l'Évolution. Ce point de départ préoccupe tous les biologistes. A cet éternel problème du creuset des deux règnes vivants le jeune Dangeard, avec une ardeur qui étonne chacun et qui en agace beaucoup, livre son premier combat. Sa thèse de doctorat, en 1886, et ses premiers travaux concernent la distinction entre animaux et végétaux. Il avait été frappé de voir des Vampyrelles englober et digérer des particules solides et expulser ensuite les résidus de cette digestion, alors que d'autres microorganismes, bien voisins cependant, semblait-il, se nourrissent d'aliments liquides ou gazeux qui pénètrent par osmose dans leur plasma. Il voit là le critère distinctif des lignées ancestrales dont le trajet divergent s'est orienté vers l'un ou l'autre des deux règnes. Et le fait que certains de ces microorganismes offrent la coexistence des deux caractères démontre à ses yeux l'origine des êtres vivants. On conçoit sur combien d'observations, sur combien d'efforts, dans la Nature et au Laboratoire, de tels résultats ont pu reposer. L'idée maîtresse de Dangeard était caractérisée à la fois par sa témérité et sa simplicité. Lors de sa soutenance de thèse, et après, des botanistes renommés lui ont reproché de s'être attaqué à un problème insoluble. Insoluble? A la manière d'une sorte de postulat, et personne depuis n'a pu prouver le contraire. Il a défendu son point de vue dans une série remarquable de mémoires au long desquels il a abordé successivement les Chlamydomonadinées, les Volvocinées, les Eugléniens parmi les Algues, les Rhizopodes et les Flagellés parmi les Protozoaires, les Chytridinées et les Ancylistées parmi les Champignons, c'est-à-dire une grande partie de la gamme infinie des microorganismes, illustrant de nombreux dessins les véritables fragments de monographies qu'il a ainsi produits. Et s'il lui a été difficile de démontrer le grand principe qu'il proposait, de même qu'il était inter-

dit à ses contradicteurs de le réduire, du moins l'idée qui l'avait conduit montrait-elle doublement sa pénétration par le résultat magnifique auquel ses observations le conduisaient. C'est par là que Dangeard a posé les bases de la Protistologie. En même temps, le parasitisme chez ces infiniment petits le mène à des observations entièrement originales. Il montre que certains d'entre eux, dont les cellules semblaient renfermer de la chlorophylle, tirent le pigment vert observé de zoochlorelles parasites. Il étudie les organismes phagocyteurs du noyau et trouve ainsi offert à sa sagacité l'exemple d'un protoplasme homogène privé de nucléus. C'est encore un parasite des Euglènes, le *Sphærita endogena*, qui permet à Dangeard de détruire l'explication de Stein sur la prétendue reproduction des Flagellés par germes endogènes.

En 1886, il est chef de travaux à la Faculté des sciences de Caen, et l'année suivante lauréat du prix Desmazières. Morière a disparu et Lignier le remplace. Déjà Dangeard s'intéresse à l'anatomie et c'est là sans doute que réside la raison essentielle qui l'opposera au successeur de son maître. Car il tient à ses idées, il sait défendre ses opinions. Son origine normande et paysanne lui ont légué une fermeté inébranlable dans ses convictions lorsqu'il les sait justifiées. Il n'est pas homme à se laisser troubler par la menace qu'elles peuvent faire naître sur son avenir. Il est passionné de vérité, persuadé de sa propre vérité, incapable de se plier à toute influence qui lui offrirait le marchandage d'un appui. Il suffit de relire les lignes qu'il a écrites, à plusieurs reprises, dans une période où le pays allait traverser une crise politique et religieuse exacerbée par les passions, sans se soucier des conséquences qu'elles eussent pu entraîner pour lui. Car il osait écrire alors: «un fait indéniable domine pour nous tout l'ensemble: une création dont l'action première est lointaine et dont les effets actuels sont aussi merveilleux que leur manifestation initiale».

Il avait 27 ans, et il venait de créer pour lui, pour ses propres travaux, un périodique nouveau qu'il destine à ses recherches futures, que sa volonté et son ambition prévoient. Dans l'avant-propos,

il introduit des déclarations qui suffisent à analyser quelques traits essentiels de son tempérament: «J'aurai, dit-il, sous la main un organe qui permette de soutenir mes idées, de les défendre, d'avoir une action directe contre toute théorie qui me paraîtrait fausse». Quel programme au départ! Quelle assurance! Quelle volonté surtout!

Le premier volume de cette Revue, qu'il appelle *Le Botaniste*, renferme 6 mémoires de lui, deux sur les Algues inférieures, un sur les Champignons du groupe des Chytridinées, trois d'anatomie végétale dont l'un sur le mode d'union de la tige et de la racine selon un concept qui l'opposait à Charles-Eugène Bertrand et à Lignier, sans compter une première note de cytologie. On mesure mieux aujourd'hui, en ces jours où tant de jeunes chercheurs s'essaient à publier une pulvérisation de notes qui souvent se répètent, sur des sujets très limités, on mesure mieux le labeur immense qu'a représenté une telle production dont beaucoup des éléments sont devenus classiques. Cette puissance de travail, concentrée dans l'utilisation intégrale des heures de chaque jour, s'est appliquée non pas seulement à produire, à décrire des faits minutieusement observés, elle est restée imprégnée d'un étonnant rendement. Certes, l'œuvre proprement anatomique de Dangeard reste dans le plan des travaux utiles dont la marque est passagère et que bientôt des publications maîtresses de spécialistes auront submergée. Certes, ses recherches de physiologie végétale, ses études sur la chlorophylle, auxquelles il a consacré une part importante de son temps et beaucoup de ses préférences, étaient marquées fatalement, à leur base, de certaines insuffisances dans le domaine de la physique. Ses travaux de phytopathologie ne sont que des observations courantes. Il ne serait pas possible d'imaginer qu'une œuvre d'une telle ampleur fût en tout point définitive ou même égale. Mais ce qui a été exceptionnel, ce qui l'a placé très vite parmi les grands maîtres de la Botanique, c'est qu'il se soit affirmé très tôt comme un initiateur dans deux domaines aussi vastes que la protistologie et l'algologie d'une part, la

cytologie d'autre part. Car on peut affirmer que ces deux sciences doivent à Dangeard plus qu'à tout autre l'état dans lequel elles sont parvenues à ce jour.

C'est en 1891, au cours de ses vacances, à Ségrie, alors qu'il gardait les moutons de sa mère, qu'on lui porte la nouvelle de sa nomination de maître de conférences à la Faculté des sciences de Poitiers. Trois ans plus tard, alors qu'il n'a encore que 32 ans, Dangeard annonce la découverte de la caryogamie sexuelle chez les champignons dans l'asque jeune d'une Pezize, l'*Aleuria vesiculosa*. Il en conclut que l'asque est un œuf qui évolue ensuite en sporange. Les gamètes sont des noyaux qui, dès avant l'union sexuelle, vivaient d'un protoplasme commun et la fécondation limitée à leur fusion est devenue la fusion dangeardienne. Dangeard a montré que la baside, comme l'asque, est un œuf à germination immédiate, et que le noyau de l'un comme de l'autre provient de la fusion de 2 noyaux respectivement mâle et femelle. En somme, il a montré le caractère de généralité de l'endocaryogamie parmi les groupes les plus divers d'Eumycètes.

Cette découverte fondamentale a été confirmée par de multiples auteurs, dont l'Américain Harper qui l'a retrouvée un an plus tard en la passant alors sous silence et en l'interprétant différemment. Certes, on a pu depuis discuter sur le fait que l'absence de deux organes sexuels n'excluait pas le phénomène fécondateur. L'interprétation rigide de Dangeard, qui niait toute fécondation à l'origine même du fruit, a subi la révision de Claussen.

Mais le fait essentiel de découverte et la découverte de l'importance du fait restent à l'actif du botaniste français. C'est là l'un de ses titres de gloire les plus impérissables. Bien entendu, pour appuyer sa thèse, confirmer ses dires et ses premières observations, il lui a fallu réunir de multiples remarques, cultiver un grand nombre d'organismes à l'état pur, et, plus tard, orienter de nombreux élèves, par le concours de leur propre labeur et sous le contrôle du maître, vers la confirmation de ses premières acquisitions.

L'Académie des Sciences, en 1905, en décernant à Pierre-Augustin Dangeard le grand prix des sciences physiques, honorait la découverte d'un jeune savant dont le rayonnement allait constamment s'amplifier.

En 1908, il est désigné comme chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris. L'année suivante, il est présenté en seconde ligne à l'Académie des Sciences, et trois ans plus tard en première ligne par la section de Botanique. Entre temps, inlassablement, il poursuit la route féconde qu'il a ouverte, accumulant sans cesse les observations sur le mode de vie, le développement et la structure des infiniment petits. Par ailleurs, il poursuit ses recherches sur l'assimilation chlorophyllienne, utilisant dans ce but des cultures d'Algues vertes, fournissant la preuve décisive que la formation de la chlorophylle peut être indépendante de l'action, proche ou lointaine, de la lumière.

Mais c'est aussi l'époque où l'activité de Dangeard va se concentrer particulièrement sur la structure de la cellule végétale. Il n'est pas possible d'entrer ici dans le détail de l'œuvre énorme laissée par Dangeard dans ce domaine cytologique. La partie essentielle concerne le vacuome: il a mis en lumière la nature colloïdale de son contenu, son comportement en présence des colorants vitaux, son rôle dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques qui précipitent en son sein, et les processus de transmission de ces éléments. A propos des mitochondries et des plastes, base d'une discussion ardente avec Guilliermond, Dangeard a apporté lui aussi une part essentielle. Peu à peu, il édifie une terminologie des éléments cellulaires et l'applique au domaine des champignons.

Le 21 mai 1917, il est élu membre de la section de Botanique à l'Académie des Sciences, au fauteuil que la mort de Charles-René Zeiller a rendu vacant, et en 1924 il succéda à Gaston Bonnier dans la chaire magistrale de Botanique générale de la Sorbonne. Son activité ne se ralentit pas, mais il se penche plus volontiers vers les élèves

qui viennent à lui, nombreux. Déjà ses premiers disciples ont conquis leur place. Des jeunes bientôt l'entourent, toute une pléiade de chercheurs français et étrangers. Enfin les honneurs lui viennent de partout, en une gerbe abondante. Il est nommé docteur *honoris causa* de l'Université de Cambridge, membre correspondant de plusieurs Académies étrangères.

Il poursuit ses recherches sur l'assimilation chlorophyllienne et sur les pigments des Algues. Il aborde l'étude des tubercules radicaux des Légumineuses, insistant particulièrement sur les phénomènes de digestion intracellulaire des Champignons dans le cas de la symbiose mycorhizique, sur l'action du noyau qui est à la base de la phagocytose, et il défend la conception de la multiplicité des espèces bactériennes dans ce domaine. Il apporte à l'étude du vacuome des Saprolégniées et des Infusoires des remarques nouvelles, examine encore des parasites des Euglènes. Mais voici que grandit l'ombre des journées chargées du poids des longues années. Pourtant, son ardeur à près de 80 ans ne se ralentit que lentement. Après son mémoire sur la structure des Protozoaires et des Protophytes, il publie un travail sur les Diatomées filamenteuses et la biologie des Vampyrelles ; en 1939, il reprend l'étude des Péridiniens qu'il classe d'après leur mode de nutrition. Et dans son avant-dernier recueil, prêt à clore cette magnifique production, il veut encore, face à l'avenir des autres, puisque le sien va s'achever, poser un important problème sur le noyau des Péridiniens parasites, merveilleux champ d'exploration susceptible, dit-il, de réserver bien des surprises. Mais il ne peut se décider à abandonner ce monde microscopique à l'étude duquel il s'est voué, et, hier encore, à son chevet, s'éparpillaient les feuillets de l'ultime mémoire, des dernières étincelles, sur les Cyanophycées.

Travailleur infatigable, observateur habile, patient, doué d'une merveilleuse intuition, sagace, esprit original et généralisateur, dont la pensée était nourrie d'un atavisme terrien où le bon sens et la

clarté de l'esprit rejoignaient dans le caractère, cependant quelque peu difficile, la bonhomie souriante et la simplicité accueillante du Maître, paternel et malicieux dans le regard, toujours heureux d'enseigner et plus encore d'apprendre, il a créé autour de lui, à la Sorbonne, une atmosphère de famille, de confiance et de foi dans le labeur.

Nous avons connu la joie de le revoir, il y a trois mois à peine, dans sa maison de campagne de Ségrie où il s'était retiré définitivement depuis trois ans. Allongé sur son lit, il nous accueillit avec un sourire détendu. Le corps était déjà durement touché, mais l'esprit bien vivace encore. Les souvenirs en lui susbistaient tels. Il nous interrogea sur quelques jeunes dont il suivait le chemin ou l'ascension, et auxquels sa perspicacité faisait confiance. Il nous parla doucement du passé et des cruelles années de guerre. Je l'ai quitté alors pour le retrouver aujourd'hui, en son ultime demeure.

Mais il est de ces morts dont la trace et l'exemple vivent constamment parmi les vivants. Il faut bien dire les choses comme elles sont. On chercherait en vain parmi les botanistes français depuis un siècle, un homme dont l'œuvre ait été à la fois aussi vaste, aussi variée, aussi souple, aussi riche, dont la réputation devant l'avenir reste aussi fermement acquise, et le capital aussi inaliénable. Pierre-Augustin Dangeard est l'un de ces grands savants dont l'œuvre appartient à l'humanité. Le jeune homme qui, à 27 ans, sorti de l'ombre des chemins creux de la Sarthe, osait écrire: «Je crée cette revue afin d'avoir sous la main l'organe qui me permette de soutenir mes idées et de les défendre», a bien mérité du pays qui lui a donné le jour.

Mais son action ne s'arrête pas là. Il a fait mieux que nous léguer son œuvre. Il a formé à la science deux maîtres que sont ses fils, Pierre et Louis Dangeard, et qui suivent, avec la même ardeur, selon la réussite due à leurs mérites, le sillon très droit qu'il a tracé. Qu'ils sachent, de même que sa fille et que ses belles-filles, de

même que ses petits-enfants, de même que sa vieille gouvernante Marie, qui depuis 40 ans l'a soigné avec un dévouement rare et a permis, sans doute, de le garder plus longtemps parmi nous, que nous prenons une part profonde à leur affliction. Son souvenir restera intact dans nos pensées de même que son œuvre le demeurera dans l'histoire des sciences.

COMMÉMORATION

DU SOIXANTE-DIXIÈME ANNIVERSAIRE DE L'INVENTION DU PHONOGRAPHE

PAR

CHARLES CROS

AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS,

à PARIS,

le vendredi 19 décembre 1947.

DISCOURS DE M. RENÉ BARTHÉLEMY,

Membre de l'Académie des sciences.

MONSIEUR LE REPRÉSENTANT DU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

MESSIEURS LES MINISTRES (1),

MESDAMES,

MESSIEURS,

Puisque j'ai l'honneur de prendre la parole comme Membre de l'Académie des Sciences, c'est à travers les notes que Charles Cros a laissées dans les Archives de notre Compagnie que je devais essayer de reconstituer son œuvre et d'en mesurer les conséquences.

---

(1) M. Marcel Naegelen, Ministre de l'Éducation Nationale;
M. Pierre Abelin, Secrétaire d'État à la Présidence du Conseil.

Toutefois, je vous demanderai la permission d'élargir ce cadre un peu limité en puisant également dans les souvenirs de mes Confrères littéraires pour présenter ; plus complètement, l'homme surprenant que fut le précurseur de la machine parlante.

Né en 1842, dans un de ces départements proches des Pyrénées, qui donnèrent au pays tant de brillants sujets, Charles Cros révéla une facilité d'assimilation assez rare, puisqu'à 14 ans, nous dit Maurice Donnay, il apprenait le sanscrit et parlait couramment l'hébreu. Après la philologie, il s'attaqua à la médecine et se montra curieux de physique. Il professa à 20 ans et eut, parmi ses élèves, un futur Directeur de l'École des Chartes.

A 25 ans, il y a donc 80 ans, il présentait des projets de photographie de couleurs.

Charles Cros était aussi un fervent des lettres, et là il fut également un producteur. Cette dispersion ne paraîtrait guère logique à notre époque de spécialisation, mais sous le second Empire on pouvait être encore un peu encyclopédiste, et Charles Cros avait une vaste intelligence. Il créait la formule des monologues et faisait des poèmes. Il s'évadait souvent de son très modeste logement de la rue Jacob pour respirer l'air de Montmartre et ses contemporains ont beaucoup plus connu l'auteur de « *Bilboquet* » ou du « *Coffret de Santal* » que l'inventeur du phonographe à disque. Cet homme à l'imagination débordante, né cependant sous la calme royauté de Louis-Philippe, était plein d'une fantaisie qui l'opposait aux habitudes rangées de cette époque ; et je cite, là encore, Maurice Donnay « il ne faut pas lui demander l'exemple d'une vie moyenne et bourgeoise ».

Il est possible, comme on l'a suggéré, que ses prouesses poétiques l'aient desservi auprès de ceux qui devaient examiner ses inventions ; il est remarquable, en effet, que les conceptions, souvent fort justes, de Charles Cros n'aient pas été suivies par les réalisations qu'elles méritaient. Sur ce point, M. Guy-Charles Cros, fils de l'inventeur, et grand poète lui-même, que je salue ici, pourrait probablement nous documenter.

Bien entendu, je ne vais pas vous entretenir de tous les travaux de Charles Cros, qui aborda des domaines très divers. Certains montrent la suite de ses études de médecine, comme « l'observation au microscope des cellules nerveuses fraîches soumises à un courant galvanique », la théorie de la perception », une étude « sur les couches ligneuses annuelles ». D'autres relèvent de la physique avec la photographie des couleurs, dont vous parlera dans quelques instants M. le Professeur Huguenard; il y a même un travail sur l'action mécanique de la lumière et, enfin, la proposition, qui nous paraît essentielle aujourd'hui, du phonographe à disque. Son auteur l'avait dénommé « *paléophone* » qui vaut bien l'appellation plus récente de « *musique en conserve* ».

L'importance du sujet mérite que nous l'analysions d'un peu plus près. Dans son pli cacheté du 30 Avril 1877, Charles Cros définit l'emploi de la membrane enregistreuse avec son stylet traceur sur un disque rotatif, recouvert de noir de fumée et déplacé simultanément par un mouvement rectiligne. Le stylet dessine ainsi une spirale dont les petites ondulations représentent exactement toutes les oscillations de la membrane.

Suit la description d'un procédé pour reproduire ce tracé en creux sur un disque en métal, et l'indication de la reconstitution des vibrations sonores par une pointe métallique actionnant une autre membrane.

Charles Cros fait remarquer que l'espace central du disque reste inutilisé, et signale qu'un tracé en hélice sur un cylindre serait préférable. C'est donc, indiscutablement, le principe du phonographe. Mais ce ne fut qu'un projet, et lorsque l'année suivante, en Mars 1878, M. du Moncel présenta à l'Académie l'appareil d'Edison en fonctionnement, Charles Cros, avec une belle loyauté, écrivit les lignes suivantes au Secrétaire Perpétuel:

« M. Edison a pu construire un appareil; il est le premier qui ait reproduit la voix humaine; il a fait une œuvre admirable ». Sauf plus ample information, la position est donc claire: l'invention est

française et la première réalisation, américaine, et, comme l'écrivait il y a 20 ans mon regretté Confrère Maurice d'Ocagne, « cela peut encore suffire à la gloire de Charles Cros ».

D'ailleurs par un juste retour, il se trouve, aujourd'hui, que c'est la toute première conception de Charles Cros, le disque, qui est restée en application, et avec une préparation qui rappelle des propositions ultérieures de l'inventeur français.

Puisque nous en sommes à l'histoire, je dois ajouter qu'en compulsant ces documents septuagénaires, relatifs à la communication de M. du Moncel sur le travail d'Edison, j'ai été frappé par la proposition suivante, que je résume:

L'enregistrement peut être effectué à distance à l'aide d'un téléphone électrique, ou à corde, et la parole enregistrée peut également être entendue aussi loin qu'on le voudra, par le même procédé.

N'est-ce pas là, Messieurs, le schéma de l'enregistrement moderne et, en puissance, l'invention du « pick-up » électrique, dont nous ne saurions plus nous passer ?

Et ne doit-on pas signaler, dans le même esprit d'équité, que M. du Moncel proposa, un peu plus tard, un récepteur de son, « à bobine mobile dans un champ magnétique » qui est bien l'ancêtre du haut parleur électrodynamique, à haute fidélité, de nos récepteurs de Radiophonie ?

Ainsi à cette époque où l'éclairage électrique était une curiosité, des esprits pénétrants devançaient d'un demi-siècle les applications qui nous semblent toutes naturelles. Le prodigieux épanouissement actuel, dû à l'introduction des amplificateurs électroniques, n'est qu'un début puisque, vous le savez, non contents d'entendre, nous commençons à voir à distance. Évidemment, nous nous éloignons ici de Charles Cros, bien que la technique de la Télévision conserve aussi le principe de l'analyse en fonction du temps et, à ce sujet, il n'est pas sans intérêt de rappeler que J. L. Baird avait, en Angleterre, enregistré, sur disque, des scènes télévisées à basse définition et qu'il reconstituait dans le « *Phono-visor* » les images et le son synchrône.

Dans la reproduction sonore, d'énormes progrès ont été obtenus basés sur de patientes études dans les domaines électrique et acoustique.

Après la création du disque en cire par Sumner Tainter, il faut signaler le grand effort français des frères Pathé et les initiatives de Léon Gaumont qui, synchronisant le disque et le dérouleur du film, présenta dès le début du siècle le cinéma parlant... Les enregistrements actuels donnent satisfaction aux plus difficiles. Ils ne sont pas toujours fournis par le disque, qui reste l'un des moyens les plus pratiques, mais par l'impression mécanique sur film (système Huguenard) par les bandes dites «*sonores*», analysées par un filet lumineux et une cellule photoélectrique et, très souvent maintenant, par l'élégant procédé du fil magnétique, qu'utilisait déjà Marconi dans les premiers détecteurs radioélectriques.

Les résultats obtenus nous font trouver, disons le mot, bien détestables, les auditions des vieux disques ou cylindres qui subsistent des enregistrements d'un passé déjà lointain de plusieurs décades. Et, cependant, il existe là de précieux souvenirs; ne pourrait-on les ressusciter sans les rendre insupportables? C'est la question que s'est posée M. Michel de Bry, de la Radiodiffusion Française. Ce problème paraît difficile à résoudre s'il s'agit de purifier un train d'oscillations électriques sans déformer sensiblement les timbres, c'est-à-dire en conservant les harmoniques. Il ne peut évidemment exister, avec les filtres, qu'une solution de compromis, entre la vérité, et l'agrément de l'audition. Mais M. de Bry a introduit un élément nouveau par l'emploi d'un chercheur électromagnétique très délié qui fouille verticalement jusqu'au fond, souvent inexploré, des sillons d'anciens cylindres.

Il en extrait des sons d'une belle qualité qui, après un filtrage élémentaire, sont à nouveau enregistrés sur disque normal. M. le Colonel Lesqui, Directeur Technique de la Radiodiffusion Française, vous développera ce sujet et une expérience vous sera présentée. Je saisis cette occasion pour remercier MM. Thévenot et de Bry, de la

Radiodiffusion, d'avoir mis à ma disposition la vaste documentation qu'ils ont rassemblée pour leurs ouvrages, encore non édités, sur l'histoire des machines parlantes.

Ainsi, on extrait des anciens rouleaux à peu près fidèlement, des voix célèbres du passé....

Nous pensons alors, avec quelque amertume, à celle qu'on aurait pu conserver du grand précurseur français du phonographe... de ce Charles Cros, dont la vie ardente et multiple s'arrêta à sa 46ème année. Mais si sa voix manque, son esprit plane sur notre réunion d'aujourd'hui; nous le retrouverons à notre foyer, devant cette synthèse d'inventions qui finit par le haut parleur, et qui débute par une petite aiguille, qui tremble sur le disque de l'inventeur et du poète.

FUNÉRAILLES

DE

HENRI DESLANDRES

Membre de la Section d'Astronomie,

à PARIS,

le lundi 19 janvier 1948.

DISCOURS

DE

M. BERNARD LYOT

Membre de l'Académie des sciences.

MESDAMES,

MESSIEURS,

J'ai reçu la douloureuse mission d'adresser, au nom de l'Académie des Sciences, au nom de l'Observatoire de Paris et de Meudon, au nom du Bureau des Longitudes, un dernier hommage à l'astronome illustre que fut Henri Deslandres. Cet hommage est aussi un té-

moignage de profonde reconnaissance pour le Maître qui a dirigé et encouragé mes premiers travaux et orienté ma carrière.

Henri Deslandres est né le 24 Juillet 1853.

Élève à l'École Polytechnique, de 1872 à 1874, il obtint, en 1879, le grade de Capitaine du Génie, breveté d'État-Major, mais sa passion naissante pour les recherches scientifiques lui fit abandonner sa carrière militaire en 1881. Il travailla au Laboratoire de Physique de l'École Polytechnique, puis à celui de la Faculté des Sciences; il s'y consacra principalement à l'étude des spectres de bandes et il obtint, en 1888, le grade de Docteur es-sciences physiques, avec une thèse mémorable.

L'année suivante, il entra à l'Observatoire de Paris où il fut chargé d'organiser un service de spectroscopie.

En 1898, il fut nommé Astronome titulaire à l'Observatoire de Meudon dont il devint Directeur 10 ans plus tard.

En 1914, il reprit du service comme Commandant à la section technique du Génie à Paris et il réalisa, avec le Colonel Jouhandeau, un canon pour le tir à courte ou moyenne portée de projectiles incendiaires ou explosifs, canon qui fut répandu aux Armées, à un millier d'exemplaires.

Le 1er Janvier 1927, les deux Observatoires de Paris et de Meudon furent réunis et il assuma leur direction commune jusqu'à sa retraite, en Novembre 1929.

Depuis lors, loin de ralentir son activité, il poursuivit ses recherches et il continua à publier des notes, dont une encore le 16 Juillet dernier.

Henri Deslandres fut élu, en 1902, à l'Académie des Sciences dont il occupa le fauteuil présidentiel en 1920; depuis plusieurs années il en était Doyen. Il était Membre du Bureau des Longitudes depuis 1908.

Sa réputation était universelle, il fut élu par de nombreuses Académies et Sociétés étrangères parmi lesquelles nous pouvons citer

les Académies des Lincei, de Pétrograd, de Stockholm et des États-Unis, ainsi que la Société Royale d'Upsal, la Société Royale et la Société Astronomique Royale de Londres. Il fut Docteur *honoris causa* de plusieurs Universités parmi lesquelles celles de Leyde et de Coïmbra.

Il était titulaire de la Croix de Guerre 1914-1918, Commandeur de la Légion d'Honneur et il reçut d'importantes décorations étrangères telles que Commandeur de l'Ordre de la Couronne Roumaine, et Grand'Croix de l'Ordre d'Isabelle la Catholique.

Ses travaux furent couronnés par des prix et des médailles parmi lesquelles figurent la médaille d'or de la Société Astronomique Royale de Londres et la médaille Catherine Wolfe Bruce de la Société Astromique du Pacifique.

D'un caractère toujours jeune et combatif, Henri Deslandres mettait au service des causes qu'il défendait, une grande éloquence naturelle doublée d'une grande bonté.

Il apportait à ses recherches beaucoup d'idées originales et fécondes et il s'acharnait à les réaliser avec une grande foi dans la réussite et un enthousiasme qu'il savait communiquer à ceux qui l'entouraient. Les difficultés, loin de le rebuter, l'incitaient au contraire à redoubler ses efforts jusqu'au succès final.

Très nombreux sont les problèmes qu'il a abordés, il a résolu les uns, souvent d'une manière complète, et il a exprimé, sur les autres des idées nouvelles dont certaines ont déjà porté leurs fruits.

L'étendue de son œuvre ne nous permet d'en rappeler que les points principaux: l'étude détaillée des spectres de bandes émis par les métalloïdes lui permit de remarquer leur régularité et leur simplicité; elle lui fit découvrir la loi générale, à trois paramètres, à laquelle obéissent la distribution des raies et celle des groupes de raies. Il vérifia ensuite l'exactitude de cette loi et il étudia les perturbations des séries arithmétiques sur un grand nombre de spectres pris avec une forte dispersion.

Il observa le phénomène de Zeeman sur les spectres de lignes, il

mit en évidence des effets anormaux et il montra, à l'aide de champs magnétiques intenses, le comportement différent des spectres de bandes. Ces recherches l'amenèrent à réaliser un dispositif qui lui permit d'obtenir des champs magnétiques très élevés allant jusqu'à 63.000 gauss.

La Physique solaire lui doit ses plus importantes découvertes :

Dans le spectre des protubérances, il observa les raies ultra-violettes de l'hydrogène appartenant à la série de Balmer, il compléta le spectre de l'hélium encore mal connu et il remarqua, en certains points, l'existence d'un spectre continu dont il rechercha l'origine.

Il organisa quatre missions pour l'observation d'éclipses totales de Soleil, en 1893 au Sénégal, en 1896 au Japon, en 1900 et en 1905 en Espagne. Il en rapporta de très belles photographies de la couronne montrant les variations de sa forme avec l'activité des taches et il mit en évidence la faible intensité de ses raies d'émissions au moment du minimum. Il mesura également l'éclat de la couronne et il réussit à déceler ses radiations infra-rouges.

Dès l'année 1891, il remarquait la grande intensité photographique des raies H et K du calcium ionisé dans les protubérances, ainsi que leur renversement brillant en certains points du disque solaire et il exposait le principe du spectro héliographe et du spectro-enregistreur des vitesses. Ces deux appareils, imaginés simultanément par Hale et par lui, mettaient à profit cette propriété, ils devaient lui permettre, peu après, de photographier la chromosphère et les protubérances, non seulement au bord du Soleil, mais devant tout son hémisphère visible et de mesurer leurs vitesses de déplacement suivant le rayon visuel.

Le spectro héliographe permet de photographier séparément les trois couches superposées de la chromosphère. Cet appareil fonctionne journellement à Meudon et dans divers Observatoires répartis sur le globe et il est toujours à la base de toutes nos connaissances sur la chromosphère solaire, ses mouvements et ses variations.

Deslandres montra que le renversement des raies H et K était visible dans la lumière générale du Soleil et qu'il apparaissait aussi, avec plus d'intensité, dans les spectres d'étoiles brillantes des types G et K, lorsque ceux-ci étaient obtenus avec une dispersion comparable. Ces étoiles, géantes pour la plupart, devaient donc avoir une chromosphère analogue à celle du Soleil, avec des plages faculaires plus développées.

Cette remarque lui permettait d'étendre, aux étoiles, une partie des belles recherches qu'il avait effectuées sur le Soleil.

Nous devons aussi, à Deslandres, des études sur les mouvements des étoiles doubles spectroscopiques et une méthode dite de l'inclinaison des raies spectrales qui a fourni la loi de rotation de l'anneau de Saturne et qui a montré la rotation rétrograde de la planète Uranus.

Il a exprimé bien des idées nouvelles, par exemple l'existence probable d'un rayonnement Hertzien émis par les protubérances, rayonnement qui vient d'être décelé, quarante ans plus tard, grâce aux perfectionnements des techniques radio-électriques.

L'Observatoire de Meudon lui doit d'importantes créations, celle d'un atelier de mécanique parfaitement outillé et d'instruments nouveaux: les spectrographes et les célostats, une grande table équatoriale placée sous une coupole de 12 mètres, munie d'un laboratoire et d'un atelier, ainsi que l'acquisition de nombreuses pièces optiques de très haute qualité.

Nous lui devons également l'organisation d'un service continu d'observations de la chromosphère solaire et de services de spectroscopie cométaires et stellaires, d'observations planétaires. Il savait encourager les travaux, stimuler l'ardeur de son personnel et donner, à ses services, une grande activité.

Cette courte énumération ne donne qu'une idée très incomplète de l'œuvre de notre maître et ami; elle suffit cependant à montrer l'étendue de la perte que la Science vient de faire en sa personne.

J'adresse mes condoléances émues au Général et à Madame Curnier qui ont déjà été cruellement éprouvés, ainsi qu'à tous ceux, parents et amis, qui l'ont entouré de leur affection.

Son souvenir restera toujours très vivant dans la pensée de tous ceux qui l'ont connu; il nous laisse l'exemple d'une vie parfaitement remplie et consacrée au travail ainsi qu'une œuvre considérable qui continuera à porter ses fruits.

RÉTABLISSEMENT DE LA PUISSANCE DE LA NATION FRANÇAISE

ET

AMÉLIORATION DU NIVEAU DE VIE

PAR LA MODIFICATION DU RÉGIME ÉCONOMIQUE

LECTURE FAITE

PAR

M. ALBERT CAQUOT

Membre de l'Académie des sciences.

EN COMITÉ SECRET

le 16 février 1948.

La situation actuelle de la France apparaît vraiment paradoxale, quand elle est comparée à la situation de 1914.

Alors notre pays équilibrait son économie en laissant à chacun un niveau de vie beaucoup plus élevé qu'aujourd'hui.

Le salaire vrai s'augmentait d'une façon régulière grâce à une forte épargne réalisée en travaux publics, en équipements industriel et agricole.

La mortalité diminuait par la construction continue d'un logement sans cesse amélioré.

Mais les destructions matérielles des deux guerres, et surtout les vies humaines perdues ont conduit à des conceptions successives de l'organisation de la nation basées sur des idéologies purement subjectives et souvent unilatérales, comme la mise à la charge du seul vaincu de tout l'effort de reconstruction.

Ces conceptions n'ayant pu résister à l'épreuve des faits n'ont cependant pas été révisées. Le malthusianisme a continué à régner, encore que notre ensemble de productions n'ait jamais suffi depuis 1919 à équilibrer notre balance des comptes.

Les entraves légales à l'agriculture, à l'industrie et au commerce, développées progressivement, ont abouti à nous rendre beaucoup plus vulnérables en 1939 qu'en 1914, et l'occupation ennemie les a fortement multipliées dans le propre intérêt de l'adversaire.

La situation si douloureuse de la plus grande partie de la population qui ne dispose plus de ressources suffisantes, l'insalubrité et l'insuffisance des logements, enfin l'affaiblissement du rayonnement de notre nation ont pour causes initiales les mesures artificielles peu à peu amplifiées depuis 1919.

Elles ont tout d'abord agi comme des soporifiques, puis ensuite à plus hautes doses, elles ont entraîné la paralysie partielle que nous constatons aujourd'hui.

Cette période de trente années que nous venons de vivre a été cependant l'une des plus fertiles en progrès techniques.

L'action des savants et des ingénieurs permettait une amélioration du niveau de vie en progression géométrique atteignant 3 0/0 par an chez nos rivaux, ce qui, dans cette période et compte tenu de l'effet des années de guerre ou d'occupation, eût permis de doubler le revenu national, le salaire vrai, comme le rendement des impôts.

La progression française n'a pas atteint 3 0/0 par an, elle a peu à peu été diminuée par les mesures fiscales agissant directement par stérilisation des inventeurs, par pénalisation des bons français qui,

à l'aide du renouvellement d'un équipement désuet, voulaient améliorer le pouvoir d'achat, et accroître la production.

Les études officielles montrent d'une part que le progrès technique n'a pas correspondu en France à plus de 1,5 0/0 par an, et d'autre part que cette amélioration réduite a été plus que compensée par les prélèvements multiples définis par une législation irrationnelle, de telle sorte que le pouvoir d'achat, qui aurait pu être doublé, est actuellement nettement inférieur à celui de 1914.

De là résulte l'affaiblissement de la voix de la France dans les assemblées internationales.

Il importe donc d'étudier en toute objectivité les faits réels, leurs interactions, les lois qui gouvernent les variations des résultats économiques, pour en déduire les moyens de rétablir notre puissance économique à sa valeur normale.

Cette étude doit aboutir à donner avec une approximation suffisante la grandeur des variations entraînées par tout moyen nouveau envisagé.

Pour améliorer notre économie il faut simultanément réaliser les deux conditions suivantes:

En premier lieu, *diminuer le prix de revient* de toute opération économique nécessaire pour permettre un meilleur pouvoir d'achat.

En second lieu, cette amélioration se traduisant par un accroissement correspondant de la consommation, il faut simultanément *augmenter la production* dans la proportion suffisante pour assurer la stabilité des prix de vente.

Nous avons procédé à cette étude de base avec les moyens précis que nous avons à notre disposition chaque fois que nous déterminons l'effort humain nécessaire à une réalisation, dans un état donné des possibilités techniques, et le prix de revient correspondant suivant le lieu et l'époque de cette réalisation.

Cette étude nous a conduit tout d'abord à définir les conditions nécessaires pour assurer la stabilité d'un régime économique, et nous avons présenté le mémoire correspondant le 10 décembre 1947 à

l'Académie des Sciences. Puis, dans un second mémoire lu à l'Académie des Sciences le 16 février 1948, nous avons défini les très nombreuses variables influant sur le prix et la grandeur de toute production, ainsi que leurs interactions.

Le problème étant ainsi posé valablement pour tout régime économique, avec de multiples variables, la solution la plus efficace peut se déduire par les conditions de l'optimum, en vue d'améliorer au maximum le pouvoir d'achat, la plus grande partie de la population ne disposant actuellement que de ressources insuffisantes.

Il en résultera parallèlement un fort accroissement de la puissance économique de la Métropole. A son tour celle-ci déterminera un développement rapide des moyens si importants de l'Union Française, dès qu'ils pourront être accrus par l'outillage venant de la Mère-patrie.

Surtout la conséquence essentielle est la possibilité de rendre notre pays indépendant de l'économie de toute autre nation, dans un court délai, notre balance des comptes équilibrée permettant de discuter nos accords sur le pied d'une égalité absolue, et d'échanger les productions dans le seul intérêt général.

Ces conclusions d'ensemble résultent de l'application aux données actuelles des 2 études que nous venons d'indiquer, et qui conduisent au rétablissement de l'économie par les voies suivantes.

Conditions de stabilité.

Un régime économiquement stable est celui qui permet, par une augmentation de salaires, d'améliorer le pouvoir d'achat de l'ensemble des travailleurs.

Cette stabilité exige donc que, dans le mécanisme légal, la variation des salaires soit proportionnellement supérieure à la variation qu'elle détermine dans le prix de revient.

Si la proportionnalité était strictement réalisée l'équilibre serait indifférent. Si les charges du salaire étaient dégressives l'équilibre serait stable. Les prélèvements du système légal français étant progressifs l'équilibre actuel est instable.

Toute augmentation de l'ensemble des salaires norminaux et des pensions entraîne, dès que l'état de régime est établi, au bout de quelques semaines, une diminution du pouvoir d'achat antérieur, pour toute la hiérarchie des salaires.

Cette diminution est d'autant plus forte que le salarié est à un niveau plus élevé de l'échelle des traitements, et la hiérarchie est progressivement écrasée.

La première modification nécessaire du régime économique légal en France est d'assurer la stabilité, en limitant l'accroissement des retenues qui écrasent les salaires vrais.

Amélioration des prix de revient.

Une autre condition nécessaire, la diminution des prix de revient comptés en effort humain pourra être satisfaite en faisant jouer rationnellement les multiples variables que nous avons explicitées dans notre étude du 16 février 1948. Nous pouvons les définir simplement comme il suit:

En décomposant en leurs éléments tous les termes du prix de revient, il est possible finalement de grouper ces très nombreux éléments en quatre sommes de prix élémentaires de même nature formant le total du prix de revient.

La première somme correspond à la production directe.

La deuxième, aux prélèvements pour organismes latéraux non directement indispensables à la production. — Commerçants, fonctionnaires etc. . .

La troisième, aux charges des retraités, des malades, et en général des personnes non actives.

La quatrième, au revenu payé à l'épargnant,

cette dernière somme est positive dans une économie normale, elle est négative dans une période de forte dévaluation.

Charges de la production directe.

Pour toute opération, à partir d'un salaire annuel donné, le prix de

revient apparaît tout d'abord proportionnel à la durée en heures nécessitée normalement par cette opération.

Ce prix est par contre inversement proportionnel à la productivité propre du travailleur et au nombre annuel effectif d'heures de travail.

La durée de l'opération, première variable du prix et la plus importante, dépend de très nombreuses interactions, que nous pouvons ranger dans l'ordre suivant:

Progrès dans l'utilisation des matières, dans l'équipement et dans son utilisation. Progrès dans la quantité d'énergie disponible, dans la forme de l'objet à produire, dans les outils, dans la méthode de travail; enfin progrès très important par le seul effet de l'augmentation de l'ensemble de la production déclanchée par chacune de ces causes.

Progrès dans l'utilisation des matières premières.

Nos prix de revient pourraient actuellement diminuer si nous disposions dans toutes les applications des matières de haute qualité que l'industrie peut actuellement produire régulièrement, lorsque fournisseurs et clients sont en contact direct.

Par exemple, en Génie civil, il est possible de diminuer de beaucoup plus de 30 0/0 les quantités d'acier employées dans l'ensemble du béton armé et de la charpente métallique.

Un résultat de même importance pour l'économie du pays peut être obtenu par une utilisation plus complète, comme liant hydraulique, du laitier obtenu par millions de tonnes dans la sidérurgie.

En agriculture le rendement du blé de la prochaine récolte peut être accru dans une très forte proportion par la distribution des engrais azotés indispensables. Cette simple opération dont l'État a pratiquement le monopole, en supposant même qu'elle prenne pour base l'importation d'azote étranger, économiserait une quantité de devises appréciées plus de 8 fois supérieure à celle qui serait nécessaire pour l'achat des produits alimentaires de compensation correspondants.

On établirait ainsi simultanément l'équilibre de la balance alimentaire et du bilan des agriculteurs travaillant dans la zone difficilement équilibrée des produits taxés.

Dans presque tous les domaines la décision sans retard du chef d'orchestre de l'économie permettrait une diminution immédiate des difficultés de la production en améliorant parallèlement les prix de revient.

Elle mettrait fin à l'anarchie actuelle, et nous permettrait de faire cesser cette baisse de qualité des matières premières si inquiétante dans le régime actuel.

Progrès dans l'équipement.

Les règlements fiscaux appliqués depuis 1919 interdisent en fait tout nouvel équipement dans le régime de monnaie fondante.

L'indice caractéristique, dans ce domaine, est la période moyenne de renouvellement, fourni par l'*âge des machines de production*.

Dans les pays où ces chaînes artificielles n'existent pas, aux États-Unis, en Grande-Bretagne, comme en U. R. S. S., la période moyenne est de 8 ans.

Elle était chez nous de 20 ans au début de cette guerre, elle est passée à 23 ans par l'effet du pillage allemand et de la durée de l'occupation et se maintient à cette valeur sous la pression des règlements fiscaux actuels.

De là résulte la plus forte diminution du salaire vrai, du revenu national et de la rentrée des impôts.

En revenant à un régime ne méconnaissant pas l'intérêt du pays, l'effet ne serait pas immédiat, par le manque actuel de disponibilités dans l'industrie, et par le temps nécessaire à la constitution des installations nouvelles comme à leur mise en route. Mais l'effet serait très rapidement progressif.

Quand une nation a un retard sur le progrès général, si elle fait l'effort nécessaire, le démarrage suit une loi exponentielle pour l'augmentation de la production en fonction du temps, et le retard se comble rapidement.

Nous sommes en possession, avec le plan Monnet, des éléments nécessaires, et quelques données sont impressionnantes pour déterminer la route à suivre.

Dans le complément d'équipement des usines produisant les matériaux de construction, l'utilisation à ce complément d'une heure de travail épargnera par la suite 7 heures de travail dans l'exploitation.

Pour l'ensemble des industries la production par heure de travail est d'autre part proportionnelle à l'énergie dont dispose chaque travailleur.

Le bilan énergétique d'un pays détermine la grandeur possible de l'équipement, proportionne le salaire vrai, et situe la puissance de la nation au regard de la concurrence mondiale.

Les nouvelles machines étudiées récemment par les constructeurs français pour de multiples industries réaliseront un équipement de grand choix dès qu'elles pourront prendre place dans les usines.

Nous n'avons pas besoin de l'étranger, dans ce sens que les machines particulières que nous importerons doivent représenter une valeur inférieure à celles que nous exporterons.

Augmentation du coefficient d'utilisation de l'équipement.

Les machines installées dans un atelier sont à la disposition de la nation pendant 8766 heures par an.

Sauf dans les installations à feu continu, elles chôment plus des 3/4 du temps dans la plupart des usines ou des chantiers.

Le coefficient d'utilisation actuel de 0,25 peut être fortement augmenté par des dispositions législatives qui encourageraient cette amélioration.

Elles entraîneraient une augmentation importante du pouvoir d'achat du travailleur par le triple effet suivant:

En premier lieu, le nombre des équipements nécessaires étant moindre, une plus grande quantité d'heures de travail serait disponible pour la production directe. En second lieu celle-ci serait plus rapidement effectuée sur les nouvelles machines à installer en nombre

réduit. Enfin l'usure de l'équipement étant accélérée, l'outillage bénéficierait plus tôt des progrès réalisés.

Progrès dans la quantité d'énergie disponible.

Depuis de longues années le bilan énergétique n'est pas équilibré.

La France, dans l'ensemble des grands pays industriels, est seule à ne pas disposer de ressources suffisantes en charbon.

Celles-ci sont actuellement les suivantes:

50 millions de tonnes de charbon sont actuellement extraites chaque année du sol français.

12 millions de tonnes sont importées.

Ainsi que 6 millions de tonnes de carburant divers.

L'énergie hydraulique nous fournit la moitié des kilowatt-heures consommés et en année d'hydraulicité moyenne produirait 15 milliards de kilowatt-heures.

Le Charbon.

Dans les prochaines années l'épuisement et la difficulté d'exploitation des gisements français ne nous permettent guère d'espérer d'autres appoints que celui du nouveau bassin de Lorraine.

Y compris l'excédent de production de la Sarre sur ses propres besoins, la métropole pourra disposer dans quelques années d'une extraction moyenne de 65 millions de tonnes.

Dans la France d'outre-mer la situation est meilleure, spécialement en *Asie*, grâce aux divers charbonnages du Tonkin, riches et faciles d'exploitation.

En *Afrique* l'exploitation du beau gisement de la Sokoa exige la construction de la voie ferrée et d'un port. Ces travaux sont commencés.

Le Pétrole.

Pour les carburants une notable proportion provient de la part qui nous appartient dans le gisement de l'Irak, grâce à la sage poli-

tique suivie avec beaucoup de continuité depuis 30 ans, mais la plus grosse partie de la consommation doit être importée en devises appréciées.

La charge est moins lourde que pour le charbon, parce que compte tenu du plus haut rendement, du plus grand pouvoir calorifique, du moindre prix du transport et des manutentions, la calorie utile revient avec ces produits à un moindre prix.

Mais la solution de choix, pour notre pays, réside dans l'utilisation de nos grandes réserves en puissance hydraulique.

Puissance hydraulique.

L'équipement actuel correspond à l'utilisation de 1/10 de nos possibilités qui sont grandes, en houille blanche, comme en énergie marémotrice.

Or l'insuffisance de nos disponibilités en énergie électrique a aujourd'hui pour résultat de restreindre de plus de 20 0/0 notre revenu national et notre production industrielle.

Toute augmentation du débit des usines, des ateliers, et dans une certaine mesure des exploitations agricoles, est subordonnée en ce moment à l'accroissement de la quantité d'électricité distribuée.

Nous disposions en 1947 de 26 milliards de kilowatt-heures, et nos besoins étaient de 32 milliards.

Dans tout pays civilisé la consommation d'électricité augmente en progression géométrique de 7 0/0 par an et double ainsi tous les dix ans, ce qui exige en 1950 37 milliards de kilowatt-heures, puis 42 en 1952 et 48 milliards en 1954.

Le programme des centrales thermiques actuellement en bonne voie de réalisation nous permettra une fourniture de 15 milliards de kilowatt-heures dans de bonnes conditions en utilisant avec le meilleur rendement les charbons de basse qualité tout en fonctionnant pour régulariser la production totale.

En vue de rétablir en cinq ans notre situation économique comme grande puissance indépendante, ce qui est un délai bien long, il nous

faut disposer en 1953 de la distribution d'un minimum de 45 milliards de killowatt-heures, et améliorer notre balance des comptes.

En utilisant les moyens mécaniques actuellement à notre disposition dans le génie civil, en employant systématiquement les aciers durs et les ciments métallurgiques, enfin en appliquant aux machines électriques les méthodes de fabrication en série grâce à la normalisation poussée étudiée par l'Électricité de France et la Cie du Rhône, donc sans rien inventer, en prenant appui sur ce qui existe d'une façon certaine, l'accélération relative pourrait être augmentée et les réalisations nouvelles portées aux valeurs suivantes en milliards de kilowatt-heures: 1948-2, 1949-2,7, 1950-3,6, 1951-4,8, 1952-6,4. Soit au total 19,5 milliards de kilowatt-heures.

Nous produirions les 45 milliards de kilowatt-heures nécessaires en 1953 à raison de:

15 milliards provenant des usines actuelles hydrauliques,
19,5 — des nouvelles usines terminées en 1952,
10,5 — des usines thermiques.

Nous aurions donc diminué la consommation de charbon dans une très forte proportion (environ 8 millions de tonnes par an en raison de l'économie des nouveaux groupes thermiques), nous disposerions de la réserve nécessaire pour une année sèche, enfin nous aurions rejoint la courbe de consommations.

En 1951. Les 37,5 milliards nécessaires dans cette année 1951 seraient fournis d'après les données précédentes à raison de:

15 milliards prevenant des usines hydrauliques actuelles,
8,3 — des nouvelles usines terminées en 1950,
14,2 — des usines thermiques nouvelles,

et l'économie sur la consommation annuelle de charbon serait déjà de 6 millions de tonnes par an, tout en fournissant à la distribution tous ses besoins.

Pour atteindre ce magnifique résultat, il suffirait d'un effort très modéré puisqu'il ne consommerait en moyenne pas plus de 1 0/0 du revenu national chaque année, et qu'il l'augmenterait de plus de 4 0/0 par la réparation du terrible déséquilibre actuel.

Au point de vue de l'ensemble du pays il n'y aurait donc, dans la balance, qu'un gain net de plus de 3 0/0 par an, dans la production, dans les salaires vrais et dans la rentrée des impôts, en amortissant immédiatement le coût de chaque usine hydraulique dans l'année même de sa mise en marche.

La période si grave de l'anémie actuelle rend la France pauvre et dépendante des autres nations; elle pourrait prendre fin définitivement dans le courant de 1951.

Il faut réaliser au minimum ce programme indispensable.

Études détaillées, achats de terrains, prennent un temps précieux, mais nécessaire dans la réalisation.

La décision immédiate évitera les retards si préjudiciables au revenu national, à la tenue de la monnaie, et surtout au niveau de vie de la fraction la plus importante de la population qui dispose actuellement de ressources insuffisantes.

Des conditions évidentes de politique internationale nous conduisent à placer en première urgence le canal d'Alsace si facile à aménager rapidement, et d'un si haut rendement.

La construction doit être immédiatement commencée par groupes de 4 ou 5 usines identiques utilisant sucessivement en plein emploi le même matériel d'entreprise, et équipées d'organes moteurs identiques construits en série, ainsi que leurs accessoires.

L'organe le plus coûteux, le plus délicat, la prise d'eau par le barrage de tête existe sur le Rhin, il ne reste plus qu'à exécuter sur les terrains domaniaux les biefs successifs entre Kembs et Strasbourg.

Parallèlement, et avec les mêmes méthodes de plein emploi du matériel d'entreprises, et de construction en série du matériel électrique, l'utilisation du Rhône serait décidée entre Valence et Mondragon.

Dans les 2 cas il n'y aurait plus à recourir à l'achat de matériel étranger.

Enfin les installations de haute Montagne complémentaires des pre-

mières seraient mises en chantier. Elles concernent essentiellement celles qui, par accumulation, permettent la régularisation de la distribution.

Progrès dans la conception des objets à réaliser.

Le progrès ne s'applique pas seulement aux moyens de production; il agit avec la même intensité sur l'élément à réaliser, et ceci dans tous les domaines.

En agriculture la sélection intervient dans le règne animal comme dans le règne végétal.

Dans les machines, l'accroissement des vitesses de rotation, l'utilisation de nouveaux matériaux, la prévision de procédés de fabrication différents, grâce à de nouvelles formes et à de nouvelles matières permettent d'améliorer le résultat économique d'une façon continue. C'est surtout dans ce domaine que joue essentiellement l'esprit d'observation, la clarté de jugement formant le génie créateur de l'inventeur.

Défense de l'invention.

L'ignorance des faits économiques dans la conduite de la nation est particulièrement attristante en ce qui concerne l'utilisation du rayonnement spirituel de nos compatriotes.

Lorsque l'esprit d'entreprise est à l'honneur, dans toutes les époques de raison, le Français né mathématicien et mécanicien, est l'inventeur le plus efficace, le metteur au point le plus rapide.

Il y a moins de 60 ans naissaient et se développaient autour de Paris, dans le bouillonnement des idées, dans la multiplicité des initiatives individuelles, les 2 grandes et nouvelles industries: l'automobile et l'aviation.

Aussi de 1914 à 1918, dans la première catastrophe mondiale, notre technique s'imposait-elle à tous nos alliés.

Elle nous avait sauvés sur la Marne quand l'ennemi, muni d'un matériel beaucoup plus nombreux et plus lourd, n'avait pu résister

aux salves du canon de 75, chef-d'œuvre incontesté de Deport et de Ste Claire-Deville.

Notre technique scientifique se développait au cours des hostilités nous assurant une supériorité croissante. En 1917 et 1918 notre industrie a fourni aux *Américains tous leurs avions et leurs canons de campagne*.

Une partie intéressante de notre balance des comptes était formée par la rentrée des licences exploitées à l'étranger pour l'exploitation de nos procédés.

Les 3/4 des brevets en France étaient pris par des Français.

Cette situation si favorable à l'intérêt de la nation a fait place depuis lors à une situation extrêmement déficitaire, en conséquence directe des textes du législateur financier.

Celui-ci a décidé que le montant de la vente d'un brevet, résultat le plus souvent d'un travail ayant duré de longues années, serait considéré comme un revenu.

La plus grande partie serait confisquée au profit de l'État, l'inventeur n'aurait droit, pour son travail, qu'à une infime partie.

Le législateur a tué la poule aux œufs d'or. Les inventeurs émigrent ou sont stérilisés. Les brevets, en France, sont maintenant en grande majorité la propriété de l'étranger.

La conduite de l'économie française, suivie depuis 30 ans, aura été plus néfaste pour la grandeur de la Nation que la faute capitale de Louis XIV: la révocation de l'Édit de Nantes.

Elle nous a rendus faibles et vulnérables en 1939.

Rétablissons le régime de la raison. Permettons à nouveau aux jeunes hommes formés par le travail et l'étude, comme le furent Ader, Clerget, Rateau, et bien d'autres, quoiqu'ils soient sans fortune, de prendre la tête du progrès technique mondial, de fonder le modeste atelier qui leur permettra de mettre au point leur invention, enfin par les résultats économiques qu'ils obtiennent, de le développer progressivement pour placer notre industrie à la situation qu'elle doit occuper dans l'ensemble du monde.

Qualité des outils.

L'étude de la meilleure forme, de la meilleure résistance à la rupture et à l'usure nécessite le concours à la fois des ingénieurs de l'usine qui produit l'outil, et de ceux qui l'utilisent.

Cette étude est essentielle pour la diminution de la durée des opérations, et c'est pourquoi le système de la répartition par un tiers conduit ici à de si mauvais résultats. Il y a simultanément gaspillage et pénurie, mais surtout se développe cette baisse de qualité qui inquiète tout ceux qui se préoccupent de la guérison de notre économie.

La prise de contact directe des techniciens entre eux doit être immédiatement rétablie, et le prix fixé non par un volume ou un poids mais uniquement en fonction du service réellement rendu.

Méthode de travail la plus efficace.

Pour obtenir un bon rendement de l'effort humain, il est nécessaire d'étudier tous les éléments du problème.

L'ouvrier, son équipement, son outillage forment un ensemble, les trois éléments ayant entre eux des interactions dans toutes les directions, et seule l'étude de la meilleure méthode de travail permet d'assurer plus de sécurité et de rendement dans le travail avec une fatigue diminuée.

Les principes de la science correspondante sont bien connus et appliqués de plus en plus dans toutes les nations civilisées.

Influence de la grandeur de la Production.

J'ai étudié comparativement les économies de pays à des échelles très différentes comme grandeur du marché général déterminant la production.

En tenant compte de toutes les conditions précédentes, l'optimum du prix dépend essentiellement de la grandeur de ce marché.

La puissance de la machine utilisée et de ses outils, croît avec la

grandeur de la production à réaliser, et son automatisme est de plus en plus poussé.

Les moyens de productions, et par conséquent les temps comptés en efforts humains, sont donc différents pour des grandeurs différentes des productions annuelles.

Les temps utilisés dans l'usine ou l'atelier varient ainsi pour une même opération en sens inverse du nombre de celles-ci, et en étudiant comparativement les très grands ensembles que constituent les marchés nationaux, j'ai trouvé que le temps total de la production variait par unité sensiblement à l'inverse de la racine cinquième de la grandeur totale du marché.

Ainsi donc toute cause d'amélioration entraîne une croissance de production qui croît plus vite que la cause, et il en est ainsi pour toutes celles qui sont analysées, y compris la productivité par ouvrier, et le nombre annuel d'heures de travail.

Organismes latéraux.

La deuxième somme qui figure dans le prix de revient, tel que nous l'avons précédemment défini, est relative aux opérations latérales qui ne sont pas directement déterminées par les nécessités de la production.

La décongestion de ces organismes agit d'une façon très puissante sur l'amélioration du pouvoir d'achat.

Par passage de ce secteur latéral, au secteur principal, les heures de travail gagnées diminuent les charges et augmentent la production plus que proportionnellement d'après ce que nous venons de démontrer.

Réciproquement la création ou l'accroissement d'un organisme latéral pèse très lourdement sur le niveau de vie des travailleurs et des retraités.

L'une des causes essentielles de la faiblesse actuelle du pouvoir d'achat est l'augmentation récente considérable du nombre des commerçants, des intermédiaires, des fonctionnaires et de leurs auxiliai-

res, qui, dans un régime rationnel, auraient une situation plus élevée en rentrant dans le secteur production, tout en accroissant simultanément le niveau de vie de l'ensemble de la nation.

Conclusion.

Améliorons donc rapidement la situation de chaque Français et surtout des plus modestes, en nous appuyant sur des données certaines à l'aide de la raison pure. Suivons pas à pas l'évolution favorable de l'économie telle qu'elle peut être déterminée. Formons des industries se développant dans un ensemble vivant, par l'activité libre de chacun, et se renouvelant par la concurrence de la qualité et du prix.

L'ensemble serait orchestré et stabilisé à chaque instant dans le cadre de l'intérêt général par le chef de l'économie du pays.

Allégeons les secteurs latéraux dont les frais pèsent si lourdement sur le prix, et déterminent une baisse de qualité.

Ayons confiance dans la puissance de nos réalisations, possibles grâce à nos ouvriers, nos paysans, nos ingénieurs et nos savants. Sachons bien que nous pouvons et que nous devons nous rétablir seuls, l'aide étrangère n'étant prévue que pendant la très courte période de remise en ordre de l'économie.

Le calcul du minimum de l'amélioration résultant des mesures qui viennent d'être indiquées nous donne un pourcentage d'accroissement du pouvoir d'achat tel qu'il peut être angmenté immédiatement de 21 0/0 et plus que doublé au bout de 5 ans (facteur 2,24).

Le salaire vrai reprendra sa progression, au lieu du resserrement continu des dernières décades.

Comme nous le disions au début de ce mémoire la situation actuelle de la France est vraiment paradoxale; la diminution si attristante et si grave du niveau de vie de tous, et surtout des humbles et des classes moyennes, est purement artificielle, conséquence d'un cadre légal irrationnel qui ne cesse de nous affaiblir.

La France doit redevenir demain la puissante et libre nation, centre d'une grande Union, où se développera chaque jour dans l'indépendance retrouvée, la santé, le bien-être, l'âme et l'esprit de toutes nos populations dans les divers continents.

Le rétablissement rapide de l'équilibre est surtout nécessaire pour les jeunes générations qui sont à la fois sceptiques et attristées, ne pouvant même trouver à se loger dès qu'elles fondent un foyer.

Elles n'ont connu depuis trente ans qu'une patrie blessée, convalescente, ne disposant dans toute cette période que d'une activité limitée par les mille bandelettes des pansements provisoires.

Nous devons leur rendre la foi dans les destinées de notre pays. La prospérité économique est à la base de la puissance d'une nation, non seulement au point de vue matériel, mais plus encore au point de vue spirituel.

La vie des organismes délicats où se situent les lettres, les arts et la science elle-même, n'est assurée que par un équilibre stable, permettant le développement sans entraves en toutes directions de la pensée humaine.

Il ne dépend que de nous-mêmes de déterminer cette harmonie, et les hommes de Science doivent en prendre l'initiative.

OBSERVATIONS PRÉSENTÉES

PAR

M. ALBERT DEMOLON,
Membre de l'Académie des sciences.

à la suite de la lecture de M. ALBERT CAQUOT.

Pour compléter les observations de M. Caquot touchant l'agriculture, je rappellerai que nous avons enregistré en 1933 et 1934 des récoltes de blé largement excédentaires qui ont nécessité une politique de stockage en vue d'éviter une baisse catastrophique des prix. Ces rendements élevés étaient dus à une convergence exceptionnelle des faits favorables.

En thèse générale, l'emploi des engrais représente l'une des conditions nécessaires de l'obtention de hauts rendements. A cet égard, deux faits essentiels ont été établis par les expériences poursuivies dans nos stations agronomiques :

1° L'Azote est le premier facteur qui vient limiter nos rendements en culture intensive.

2° Son apport doit être annuel et en outre équilibré par d'autres éléments indispensables, acide phosphorique et potasse. Dans ces conditions, l'augmentation de rendement, soit 20 à 30 pour cent, représente 5 à 10 quintaux de blé par hectare ou 10 à 20 kgs de grain pour 1 kg d'azote apporté.

Il est chimérique d'espérer un retour aux rendements d'avant-guerre si la nutrition de nos variétés améliorées n'est pas pleinement assurée. Par ailleurs l'extension des surfaces emblavées risque de ne pas donner les résultats escomptés. Quant au développement du machinisme, il ne nous apporte pas un moyen d'accroître nos

rendements à l'hectare et ne saurait suffire à rétablir notre production.

Tout au contraire, le développement de l'industrie des engrais constitue un facteur immédiat et automatique d'augmentation de notre production par unité de surface. J'ai tenu à souligner la valeur de ce puissant levier dont le gouvernement pourrait faire un usage efficace.

CÉRÉMONIE

DU SOIXANTE-QUINZIÈME ANNIVERSAIRE DE

L'UNION DES INGÉNIEURS SORTIS DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

à PARIS,

le vendredi 9 avril 1948.

DISCOURS DE M. ALBERT PORTEVIN

Membre de l'Académie des sciences.

EXCELLENCE (1),
MESSEIGNEURS (2),
MESDAMES, MESSIEURS,
MES CHERS CAMARADES.

Lorsque, peu de temps après ma sortie de l'École Centrale, je me dirigeais, jeune ingénieur, vers la recherche scientifique, je trouvais une ambiance peu encourageante: d'une part des industriels ne

(1) M. le Baron Guillaume, Ambassadeur de Belgique.
(2) Les Recteurs de l'Université Catholique de Paris et de l'Université de Louvain.

voyaient alors dans la recherche scientifique qu'une spéculation intellectuelle coûteuse et considéraient ceux qui s'y adonnaient comme une catégorie inutile, sinon nuisible; d'autre part, les savants, notamment de l'Université, regardaient avec défiance, sinon avec mésestime, ceux dont l'activité scientifique envisageait les applications, ce qui leur donnait une apparence utilitaire, voire mercantile, et considéraient presque comme une tare d'être au service de l'industrie. Il fallait donc une certaine dose, je ne dirais pas de courage, mais d'insouciance à l'égard de l'avenir, pour s'engager dans une voie environnée de ce double mépris.

Les temps ont bien changé; les industriels éclairés ont compris que la recherche scientifique était nécessaire en tant que condition indispensable du progrès et, d'autre part, on ne compte plus les savants ou professeurs de l'Université qui sont conseillers de l'industrie ou occupent des postes dans les services officiels de recherches appliquées ou dans les établissements industriels sous le contrôle de l'État.

Enfin l'Académie des Sciences, en créant la section des applications de la science à l'industrie, a consacré et couronné définitivement cette union de la science et de l'industrie.

C'est à ce dernier titre que je prends la parole pour apporter aux ingénieurs de Louvain, à l'occasion du 75^{me} anniversaire de leur Union, les félicitations et les vœux d'une compagnie qui peut être considérée comme personnifiant la science française.

Ce n'est pas dans ce milieu de l'U. I. Lv que j'aurai à faire l'éloge de cet aspect de la science, facteur fondamental des progrès industriels actuels, non seulement par l'utilisation des conceptions, méthodes et appareils scientifiques, en vue d'améliorer les opérations industrielles, mais aussi parce que toute découverte scientifique, même la plus abstraite, est immédiatement source d'applications; nous en avons vu récemment dans la dernière guerre des exemples manifestement éclatants et des résultats que l'on pourrait qualifier d'écrasants. Au point que l'on accuse maintenant la science en la rendant responsa-

ble des destructions et par suite des malheurs de l'humanité. Par contre je me permettrai de rappeler qu'il n'y a pas si longtemps, un professeur de l'Université d'Alger prenait pour thème d'un discours à la séance solennelle de rentrée des Facultés la défense de la science à qui l'on reprochait alors, au contraire, de créer la surproduction industrielle et par suite d'engendrer le chômage et la misère. Ce n'est pas la science qui est la responsable, mais les hommes qui l'utilisent? C'est le même procédé de fabrication de l'acier qui fournit l'outil et le soc de charrue d'une part, les canons et les bombes d'autre part. C'est avec le même ciment que l'on construit les maisons et les blokhaus.

Aussi l'ingénieur, trait d'union entre le monde intellectuel et le monde ouvrier, se trouve-t-il vis à vis de la science et de ses applications, chargé d'une mission de la plus haute importance sous un double aspect intellectuel et moral.

Par excellence il fait partie de ces élites qui, quoi qu'on en puisse penser, sont indispensables à toute civilisation.

En cette année 1848 dont on célèbre le centenaire, Renan écrivait « L'Avenir de la Science » mais, dans la préface de sa dernière édition il était contraint d'avouer:

« L'idée d'une civilisation égalitaire, telle qu'elle résulte de quelques « pages de cet écrit, est donc un rêve. Une école où les écoliers fe- « raient la loi serait une triste école. La lumière, la moralité et l'Art « seront toujours représentés dans l'humanité par un magistère, par « une minorité, gardant la tradition du vrai, du bien et du beau. »

C'est aux ingénieurs, par leur haute culture scientifique, qu'incombe tout particulièrement la mission de faire pénétrer les principes, doctrines et méthodes scientifiques dans l'industrie, d'en imprégner le personnel.

Ils doivent donc se maintenir en contact avec les dernières conquêtes scientifiques, ils doivent en faire l'adaptation aux problèmes industriels.

J'ai essayé dans une conférence récente faite devant vous, et en

prenant pour exemple les traitements thermiques des aciers, de montrer comment se situent les études scientifiques pures dans un problème de science industrielle; en particulier j'ai voulu faire apparaître comment les problèmes de science appliquée sont plus difficiles à résoudre que ceux de science pure, outre qu'ils sont imposés et non choisis.

Cette culture scientifique, vous l'avez reçue à Louvain par des maîtres dont l'éloge n'est plus à faire et dont je ne saurais citer tous les noms; mais, tout au moins, je saluerai celui de mon éminent confrère de l'Académie des Sciences, le baron Charles de la Vallée Poussin, qui, depuis un demi-siècle, par son enseignement, est une gloire de votre école.

Mais, à côté de ce foyer de la science dont vous devez entretenir et propager la flamme, il en est un encore plus éclatant, plus essentiel, c'est celui de la civilisation latine, européenne et chrétienne dont Louvain peut être considéré comme le porte flambeau.

Les guerres et les affreuses destructions qui les accompagnent réveillent et déchaînent les forces obscures de brutalité et de rapine ainsi que l'instinct grégaire des hordes barbares et primitives.

Le nazisme est venu et les a utilisées d'une façon calculée et méthodique, les couvrant hypocritement du manteau de la fausse science et du masque du mensonge systématique, et c'est peut-être là son plus abominable forfait, car elles persistent maintenant à l'état latent et inconscient dans les foules et à l'état conscient dans l'esprit des autocrates qui rêveraient d'asservir le monde. Aussi la personnalité, la liberté et la dignité de l'homme, complètement méconnues par de telles doctrines et pareilles méthodes, demeurent actuellement en péril; or rien n'est plus en opposition avec les principes fondamentaux de notre civilisation et il faut que ceux qui constituent les élites intellectuelles, et en sont les héritiers millénaires, demeurent unis, cohérents et conscients du rôle essentiel qui leur incombe.

Or Louvain apparaît le vivant symbole de cette civilisation contre lequel se sont acharnées les forces de destruction matérielles, intellec-

tuelles et morales; en lui s'incarne cette double mission des ingénieurs, scientifique et morale.

C'est pourquoi ceux qui ont été appelés par les ingénieurs de Louvain à faire des conférences parmi eux ont considéré comme un honneur et une dette de reconnaissance de la culture française et de la civilisation latine, d'y répondre toujours avec empressement; les remerciements que vient de leur adresser votre président sont un geste de courtoisie, car ils ont déjà trouvé la récompense dans l'accomplissement même de cette mission. Ils ont pu constater à cette occasion que la tradition belge de l'accueil à l'esprit français est demeuré invariable: que dis-je, elle s'est renforcée par le souvenir des épreuves communes.

Tout récemment, pendant les vacances de Pâques, je retrouvais, dans ma campagne de Chitenay, mon carnet de l'an de disgrâce de 1940 et j'y voyais noté, au mois d'invasion de Mai, les dates de passage chez moi et les adresses éparpillées en France de mes amis professeurs Belges de Bruxelles, de Liège, de Louvain, de Mons.

S'il est vrai que, selon la parole de Dante, il n'est pas de plus grande douleur que de se recorder les temps heureux quand on est dans la misère, par contre je crois que, réciproquement, il est réconfortant de se rappeler certaines époques de détresse lorsque le temps des malheurs est passé: de sorte que les heures noires que j'évoque ainsi sont devenues maintenant autant de points de soudure qui renforcent de vieilles amitiés et assurent la solidité de cette collaboration intellectuelle et morale Belgique-France, de plus en plus indispensable au monde, et dont cette réunion est une nouvelle manifestation et un précieux témoignage.

TRANSFERT DES CENDRES

DE

JEAN PERRIN

Membre de l'Académie des sciences.

ALLOCUTION DE M. JEAN CABANNES

Membre de l'Académie des sciences,

à BREST,

le jeudi 17 juin 1948 (1).

AMIRAL (2),

MONSIEUR LE DOYEN (3),

MESDAMES, MESSIEURS,

C'est au nom de l'Université de Paris et de l'Académie des sciences que je viens saluer, à son retour en terre française, respectueusement et avec une profonde émotion, notre maître et ami Jean Perrin.

---

(1) Jean Perrin est mort à New York le 17 avril 1942 et y a été inhumé. Son cercueil a été transféré de New York à Montréal, d'où le croiseur Jeanne d'Arc l'a transporté à Brest. Il y a été accueilli le 17 juin 1948 par sa famille et quelques élèves et amis parmi lesquels M. Jean Cabannes représentant l'Académie des sciences.

(2) M. le Préfet maritime de Brest.

(3) M. le Doyen de la Faculté de Droit de l'Université de Rennes, représentant le Ministre de l'Éducation nationale.

Il nous quittait vers la fin de l'automne 1941. Vous avez gardé le souvenir de cette époque douloureuse où les Français, après la perte d'une bataille à laquelle ils n'avaient pas été préparés et l'humiliation de l'armistice, meurtris, égarés, regardaient avec anxiété l'avenir. Nous n'avions pour retrouver la route que les échos de notre conscience.

Jean Perrin, après un dernier adieu aux amis qui restaient en France (et je pense à l'émouvante entrevue qu'il eut la veille de son départ, près de Toulon, avec le grand physicien Charles Fabry), Jean Perrin s'embarquait pour les États-Unis. La France étouffait. Perrin, malgré son grand âge ne renonça pas à l'action. Le prestige de son nom lui donnait une grande influence. Il estima qu'il pouvait faire beaucoup pour la France auprès de nos amis américains troublés eux-mêmes par des événements qu'ils n'avaient pas prévus et ne comprenaient pas. Ayant personnellement choisi de ne pas quitter le sol natal, il me sera permis de rappeler publiquement tout ce que nous devons à nos compatriotes qui ont maintenu, haut et fier, notre drapeau dans le monde.

Hélas! Jean Perrin mourait dans la nuit du 16 au 17 avril 1942, après quelques mois d'exil, laissant la tâche inachevée. La perte était grande pour la France et elle fut cruellement ressentie.

Jean Perrin a été l'un de nos meilleurs physiciens. Au début de ce qu'on appelle aujourd'hui l'ère atomique, en 1895, époque où l'on discutait encore de la nature des rayons cathodiques, Perrin montra par l'expérience la plus directe et la plus élégante qu'il s'agissait non pas d'un rayonnement électromagnétique, mais d'une projection de corpuscules chargés d'électricité: déviant les rayons avec un aimant, il eut l'idée de les faire entrer dans un cylindre de Faraday et constata que le cylindre prenait une charge négative. L'électron était né. On sait le rôle qu'il a joué depuis cinquante ans dans la physique et la place qu'il a conquise dans l'industrie moderne.

Or, l'année où Jean Perrin mettait en évidence la nature corpusculaire des rayons cathodiques, Röntgen découvrait les rayons X et

leurs curieuses propriétés. Dans ce nouveau domaine Perrin est encore un pionnier. On avait constaté que les rayons X déchargent les corps électrisés. Était-ce une action directe? Cette action dépendait-elle du milieu où se propageait le rayonnement? C'est à Perrin que nous devons de connaître la cause de ce phénomène. Il nous est aujourd'hui familier, mais c'était en 1896 une importante découverte: les rayons X brisent les molécules de gaz; ils en arrachent un de ces électrons que Perrin lui-même avait mis en évidence l'année précédente. Des particules positives et négatives se forment ainsi dans le gaz éclairé par les rayons X aux dépens des molécules neutres et tout s'explique par cette ionisation du gaz.

Mais dans sa longue existence, toute consacrée à la recherche scientifique, Jean Perrin a fait mieux encore. De l'étude du mouvement brownien il est passé à la physique moléculaire et l'ensemble des travaux qu'il a lui-même décrits en une langue si belle dans le livre « Les Atomes », souvent réédité et traduit, lui a valu le prix Nobel, ultime consécration du savant. On sait comment les molécules, si petites, si nombreuses, si agitées qu'on ne peut guère espérer les voir jamais, parviennent à bousculer dans leur incessante agitation de grosses particules visibles à l'ultramicroscope; or, du mouvement désordonné de ces particules colloïdales, Perrin a su tirer le nombre des molécules qui les mettent en mouvement. La détermination du nombre des molécules contenues dans la masse moléculaire d'un corps quelconque a beaucoup occupé les physiciens pendant un demi-siècle: les méthodes qui mettaient en œuvre les phénomènes les plus divers ont donné des valeurs concordantes, preuve évidente de la réalité des molécules. Dans cet ensemble de belles recherches, celles de Perrin, systématiquement poursuivies pendant dix ans, toujours élégantes sous les formes les plus variées, occupent le premier rang.

Expérimentateur extrêmement habile, Jean Perrin montre la destruction par la lumière des corps fluorescents; théoricien aux vues pénétrantes, il donne aux principes de la thermodynamique leur forme la plus suggestive et établit les bases de la photochimie. Son pe-

tit livre sur les Principes, lourd d'idées originales, est introuvable aujourd'hui. Combien sa lecture enrichirait nos étudiants, les ingénieurs, les jeunes professeurs! Nous souhaitons que les cérémonies commémoratives prévues pour l'automne donnent lieu à une édition nouvelle des œuvres de Jean Perrin dont la valeur littéraire égale l'intérêt scientifique.

Mais il ne suffit pas à Jean Perrin de travailler dans une tour d'ivoire, si l'on peut donner ce nom aux quelques pièces haut perchées où je l'ai connu vers 1910, accomplissant des miracles avec rien. Il fait construire rue Pierre Curie un Institut de chimie physique, véritable ruche où règne la plus franche cordialité. Puis, âme ardente, esprit toujours au travail, il rêve d'une activité plus grande. Dès 1930 il se préoccupe de l'état de nos laboratoires et de l'organisation de la recherche scientifique en France. Il s'agit de susciter des vocations, d'encourager les jeunes travailleurs, de les stimuler, de leur fournir une aide matérielle. C'est ainsi qu'il crée la Caisse nationale des Sciences qui doit devenir plus tard la Direction de la Recherche scientifique au Ministère de l'Éducation Nationale. C'est ainsi qu'il inaugure un Palais de la Découverte pour la diffusion dans le grand public des plus belles découvertes de la science. Nous avons souvent passé de longues heures dans ce Palais qui n'abrite pas un matériel historique, précieux et suranné, mais où le visiteur assiste aux expériences les plus instructives des cent-cinquante dernières années.

La première intention de Jean Perrin était de découvrir les jeunes gens doués pour la science et de les aider individuellement. Cependant il y a mieux à faire et Perrin s'attache à créer des équipes, à doter les laboratoires universitaires de l'outillage moderne, à leur procurer le personnel technique qui manquait en France.

Comme tout homme d'action il s'est heurté à des malentendus. Cependant il pouvait écrire après six ans d'efforts: «Six ans, ce n'est «pas encore beaucoup. Il faut du temps pour que, dans une lande, «il apparaisse une forêt. Pourtant déjà notre production scientifique «a évidemment augmenté, comme il se voit grossièrement par le «volume accru de nos grandes publications. Et de grands succès ont

« été obtenus notamment en Mathématiques, en Physique, en Chimie « et en Biologie, par des chercheurs auxquels notre Caisse a permis « les loisirs indispensables à leur travail ».

Depuis lors, l'œuvre de Perrin n'a pas cessé de fructifier. Pendant les tristes années de l'occupation allemande, le personnel de nos laboratoires a silencieusement travaillé, mettant une sourdine à sa voix, mais le moteur avait reçu une telle impulsion qu'il n'a jamais cessé de tourner; et dès la libération, avant même d'avoir pris connaissance des publications étrangères, nos savants occupaient déjà une des premières places du monde.

Aussi, Jean Perrin, l'animateur, est-il pour nous beaucoup plus qu'un physicien génial, mieux qu'un chef d'école. C'est le symbole de l'esprit français à la fois logique et riche d'idées neuves, réaliste et poète à ses heures, prêt à l'action lorsque vient le moment d'agir pour le bien de l'humanité.

C'est ce grand français à qui la France prépare des funérailles nationales et que le peuple de Paris accompagnera cet automne au Panthéon. Car il n'est pas une nation au monde où le savant soit plus près du peuple, où le peuple comprenne mieux la grandeur de la science.

Puissent les hommages rendus à la mémoire de leur père atténuer la douleur de M. et Mme Perrin et M. et Mme Lapicque. La cérémonie d'aujourd'hui ravive des souvenirs douloureux, mais aussi des moments de vrai bonheur, car l'affectueuse amitié que lui témoignaient ses élèves, ses collègues, tous ceux qui le connaissaient bien, était pour Jean Perrin la source des joies les plus pures.

Au nom de l'Université de Paris et de l'Académie des sciences, je vous remercie, Commandant, et je remercie l'État-major et l'équipage de la Jeanne d'Arc d'avoir mené à bien la noble mission de rendre à la France l'un de ses fils les plus illustres. Merci enfin à la grande nation américaine en qui Jean Perrin avait mis ses espoirs et qui a précieusement gardé pendant quatre ans le cercueil qui lui était confié.

TRANSFERT DES CENDRES

DE

JEAN PERRIN

Membre de l'Académie des sciences.

ALLOCUTION DE M. ÉMILE BOREL

Membre de l'Académie des sciences,

A LA SORBONNE, A PARIS,

le vendredi 18 juin 1948 (1).

Au nom de l'Université de Paris, je salue respectueusement la dépouille mortelle de Jean Perrin, qui va reposer à la Sorbonne avant de prendre place au Panthéon. L'Université est à la fois triste et fière de se voir confier les restes glorieux d'un savant dont le rayonnement l'a particulièrement honorée.

(1) Jean Perrin est mort à New York le 17 avril 1942 et y a été inhumé. Son cercueil a été transféré de New York à Montréal, d'où le croiseur Jeanne d'Arc l'a transporté à Brest. Il est arrivé le 18 juin 1948 à 19 heures dans la cour d'honneur de la Sorbonne, où M. Émile Borel a pris la parole au nom de l'Académie et de l'Université de Paris, en présence de M. Depreux, Ministre de l'Éducation Nationale, de M. le Recteur Sarrailh et de nombreux membres de l'Académie des Sciences.

Il y a cinquante ans, Jean Perrin était chargé, dans ces bâtiments, de l'enseignement de la chimie physique, qu'il devait poursuivre jusqu'à sa retraite, avec un succès et un éclat incomparables. Pendant de nombreuses années, délégué de la Faculté des Sciences au Conseil de l'Université, il y a défendu avec passion les intérêts de la Science.

Dans quelques mois, en présence des plus éminents physiciens du monde entier, l'Université de Paris et l'Académie des Sciences participeront à l'hommage national rendu à Jean Perrin et à notre ami commun Paul Langevin. Qu'il me soit donc permis, aujourd'hui, de dire seulement quelques mots, comme l'un de ses plus anciens et meilleurs amis.

Voici bientôt sept ans, à la fin de juin 1941, que j'entendis pour la dernière fois la voix de Jean Perrin. J'étais avec ma femme sur le quai de la gare de Lyon-Perrache; de la portière du train qui l'emmenait chez ses parents du Lot-et-Garonne, il nous cria « Au revoir! A la libération! » Nous avions passé avec lui à Lyon trois journées bien remplies. Il nous avait questionnés sur nos amis communs et sur Paris; de son côté, il racontait la terrible semaine de l'Armistice à Bordeaux, le départ pour le Maroc, les espérances momentanément déçues, le retour à Lyon. Il disait avec simplicité sa foi absolue en la Victoire, foi encore accrue par l'agression allemande contre la Russie, peu de jours après le premier anniversaire du 18 juin 1940. Dans son désir de servir au mieux le pays, il hésitait entre la décision de rester en France, où la Résistance commençait à s'organiser, et le départ pour les États-Unis. Finalement il devait se décider à partir, sûr de pouvoir agir par sa parole; il retrouva à New York son fils Francis et aussi son petit-fils Georges Lapicque, au service des Forces navales françaises libres depuis juin 1940. Il créa avec Henri Focillon l'Université française de New York et rendit les plus grands services en éclairant l'opinion américaine sur les véritables sentiments du peuple français à l'égard des hommes de Vichy. Mais il n'eut pas la joie de voir la Victoire et nous voici réunis ici, étreints d'une même émotion qui éveille, chez les plus âgés d'entre nous, un demi-siècle de souvenirs.

Dès sa sortie de l'École Normale, Jean Perrin avait révélé ses extraordinaires qualités d'animateur ou, comme il disait volontiers, de catalyseur. Le groupe d'amis formé autour de lui au laboratoire de l'École ne cessa de le suivre dans sa carrière, s'enrichissant d'éléments jeunes, cependant qu'il avait le chagrin de voir disparaître quelques-uns de ses amis les plus intimes: Noël Bernard, Pierre et Marie Curie, Georges Urbain.

Son mariage avec la dévouée compagne de sa vie, Henriette Duportal, lui permit de doubler les réunions au laboratoire par des réunions à son foyer. Autour d'une petite Aline aux boucles blondes et d'un bébé Francis aux grands yeux, le groupe connut les petits appartements du jeune ménage: rue Rousselet, rue Tournefort, rue Rataud, boulevard Arago, puis le pavillon du boulevard Kellermann. Dans ces réunions simples et libres, on parlait de tout; on se passionnait pour la science, pour la révision du procès Dreyfus, pour les drames de Wagner, pour des poèmes, pour des doctrines sociales. Jean Perrin était déjà l'apôtre qui exhalte des disciples, fait naître des enthousiasmes, suscite des vocations pour la spéculation désintéressée. Il se révélait l'ami incomparable et sûr, dont le rêve est de grouper tous ceux qu'il aime dans une «grande maison» ou dans «un bateau».

Après la guerre 14-18 qu'il termina comme chef de bataillon du génie, et pendant laquelle son esprit inventif lui avait permis d'apporter sa contribution à la Victoire, c'est l'installation dans l'aimable appartement de la rue du Val-de-Grâce où reprennent les réunions du dimanche. C'est là que ses méditations aboutissent à trois magnifiques réalisations: Palais de la Découverte, Institut de Biologie physico-chimique, Centre National de la Recherche Scientifique. Cependant le prix Nobel lui permet de réaliser son rêve le plus cher: une grande maison pour grouper ses enfants et ses amis. *Ti Yann*, la maison de Jean, s'élève près de l'Arcouest et de Bréhat, là où son ami Charles Seignobos avait su former une colonie de gens que rassemblaient, avec l'amour de la mer, une même curiosité et une même

sincérité intellectuelles. C'est sans doute à Ti-Yann que les vieux amis retrouveront le plus l'âme de Jean Perrin.

Tout le temps que Jean Perrin ne consacrait pas à son foyer et à ses amis, il le passait dans son laboratoire. Ce fut d'abord le petit local de la rue Cujas où il réalisa ses magnifiques expériences sur la réalité des atomes, puis le laboratoire moderne de la rue Pierre Curie à la construction et à l'installation duquel il consacra plusieurs années de sa vie. « On ne peut pas livrer à la fois toutes les batailles, disait Jean Perrin, il faut choisir ». Il sut choisir en effet un petit nombre d'objectifs auxquels il s'attaqua avec une ténacité, un courage, une force de volonté que seuls peuvent apprécier ceux qui l'ont bien connu. Son œuvre scientifique a ainsi une remarquable unité; ses derniers travaux et ses magnifiques ouvrages, qui apportent une si importante contribution aux théories les plus modernes de la physique et de la cosmogonie, sont en quelque sorte une synthèse de son premier travail sur les radiations, de ses expériences sur le mouvement brownien et de son livre de thermodynamique.

Son activité d'entraîneur et d'organisateur lui a permis d'aider des centaines de chercheurs et, en ce domaine, son action se perpétue et ne cesse de rendre de nouveaux services.

Enfin, dès son adolescence, il s'attacha à la poursuite du progrès social. Lecteur fervent des ouvrages d'anticipation de Wells et de Rosny, il croyait fermement à l'amélioration générale de la condition humaine, que les progrès de la science doivent rendre facile dès que les hommes seront assez sages pour renoncer à la guerre.

Mais jamais son pacifisme ne fut aveugle. Fils d'un officier d'infanterie qui se battait contre l'envahisseur prussien au moment de sa naissance, il conserva toute sa vie un patriotisme ardent et ne cessa de dénoncer les dangers de l'impérialisme allemand. Si certains voyaient en lui un homme d'extrême gauche, d'autres étaient tentés de lui reprocher ce patriotisme ombrageux, inséparable de sa conviction que l'existence de la France est une condition nécessaire du progrès humain.

Si l'on cherche à préciser la raison essentielle de son influence et de ses succès, on la trouve dans la coexistence en lui d'une méthodique, lucide et persévérante intelligence avec un enthousiasme poétique qui était le caractère essentiel de sa sensibilité. Toute sa vie, il usa de ces qualités pour la science et il les mit, en période de crise, au service de la Patrie avec un dévouement total. Il fut ainsi, jusqu'à son dernier souffle, un grand savant et un grand français.

Il disait volontiers qu'on ne doit pas se payer de mots et être sincère avec soi-même. Ayant arrêté les buts de sa vie, librement choisi ses opinions, ses admirations et ses goûts, non seulement il menait avec opiniâtreté et jusqu'à la victoire, les batailles qu'il avait décidé de livrer, mais il était un perpétuel « sonneur de clairon » toujours là pour ranimer et galvaniser les ardeurs et les enthousiasmes.

Mon cher Jean, on a voulu que la voix d'un vieil ami se fit entendre ici en attendant que te soit rendu l'hommage national digne de toi. Tu nous disais qu'il faut vivre avec ses morts et ne pas les pleurer. Tu vis avec nous. Nous évoquons ton souvenir et déplorons ton absence en bien des circonstances. En communion avec tes enfants, tes petits-enfants et tes disciples fervents, nous nous efforcerons de veiller au développement et à la perpétuité des créations dont tu as enrichi la France et l'Humanité.

CÉRÉMONIE

DE LA POSE DE LA PREMIÈRE PIERRE

DES LABORATOIRES DE L'INSTITUT

DE RECHERCHES DE LA SIDÉRURGIE (I. R. SID.)

à SAINT-GERMAIN-EN-LAYE,

le samedi 19 juin 1948.

DISCOURS DE M. ALBERT PORTEVIN

Membre de l'Académie des sciences.

MONSIEUR L'INSPECTEUR GÉNÉRAL (1),

MESSIEURS LES PRÉSIDENTS,

MESDAMES,

MESSIEURS,

Je suis tout particulièrement heureux d'assister à ce geste symbolique marquant le départ de l'I. R. SID.

Depuis très longtemps en effet, tous ceux qui se préoccupaient des

(1) Représentant le Ministre de la Production Industrielle.

progrès scientifiques de la métallurgie en France déploraient l'absence de deux organismes existant alors à l'étranger:

tout d'abord une société de métallurgie à l'instar des Instituts anglais et du « Verein Deutscher Eisenhütten heute » (V. D. E. h.),

et un centre de recherches métallurgiques à l'image du « National Physical Laboratory » et du « Kaiser Wilhelm Institut ».

On peut même dire que cela était tellement souhaité que ces idées se trouvaient dans les esprits à l'état de sursaturation, n'attendant qu'un germe extérieur pour prendre naissance et forme.

Aussi, si la première fut créée comme conséquence d'une mission en Angleterre, en 1940, qui en montra la nécessité pour prendre contact avec les Sociétés métallurgiques existantes, le deuxième trouva son germe à la suite d'une visite faite, le 21 juin 1938, au K. W. I. de Dusseldorf, suivie d'une conversation avec le représentant du V. D. E. h., Petersen. Une note fut remise à M. Lambert-Ribot; elle montrait notamment que la vitalité et les résultats du K. W. I. de Dusseldorf étaient dus en grande partie à l'acceptation par les métallurgistes d'un prélèvement à la tonne produite et qui était affecté à cet établissement. Ce prélèvement assurait la sécurité et la pérennité de l'effort engagé, conditions absolument indispensables à la recherche et dont beaucoup de projets avaient négligé l'importance fondamentale; ce qui explique d'ailleurs pas mal de mécomptes.

Le Comité des Forges en adopta le principe dans une réunion du 8 juillet suivant, mais la guerre vint entraver la poursuite de ce projet et l'application de cette décision qui ne purent être reprises qu'en 1943.

Pendant ce temps, le Comité des Forges avait fait place au C. O. R. SID. (Comité d'organisation de la Sidérurgie), puis à l'O. P. SID. (Office professionnel de la Sidérurgie), puis à la Chambre Syndicale de la Sidérurgie, mais la décision prise et la conception initiale se conservèrent à travers les divers noms dont fut revêtu l'organisme central de la sidérurgie, de même que les édifices subsistent quelles que soient les couches de peinture dont on les revêt.

Un projet et un plan furent alors établis par Jean Rist, dont M. Malcor vient de rappeler en quelques mots et d'une manière parfaite le rôle et la personnalité. Jean Rist montra à cette occasion les qualités typiques d'un ancien élève de cette École Centrale où sont entraînés les futurs ingénieurs à établir des projets c'est-à-dire à réaliser un travail défini, d'une manière aussi complète que possible et dans un temps déterminé. Il fut le modèle de ces laborieux enthousiastes dont nous avons tant besoin à l'heure actuelle, car on peut dire que la conscience professionnelle est un des facteurs dont la déficience est une des causes des difficultés actuelles. Il était en même temps un modeste qui écoutait et sollicitait avec une scrupuleuse attention les avis de celui qu'on lui avait donné comme conseiller scientifique et je me souviens notamment qu'un jour où j'allais retrouver en période de guerre ma famille à la campagne, Jean Rist, n'ayant pu arriver à me rencontrer à Paris, me rejoignit à la gare juste au moment du départ du train et m'accompagna ainsi jusqu'à Orléans pour pouvoir discuter ensemble pendant le trajet les projets en cours.

Jean Rist, tombé victime de son courage patriotique, son action fut heureusement poursuivie par l'association de deux hommes se complétant admirablement en réalisant l'union nécessaire, mais peu fréquente des connaissances scientifiques avec celles de la réalité du laboratoire et des fabrications: MM. Malcor et Delbart.

C'est qu'en fait deux écueils menacent des entreprises comme celle-ci, suivant que prédomine une conception trop administrative ou trop exclusivement utilitaire.

Le premier écueil, qui guette tout particulièrement les organismes d'État, tend à transformer un organisme de recherches en une association, une symbiose, d'un musée où l'on accumule et expose les appareils les plus coûteux, les plus récents et les plus spectaculaires et d'un bureau d'éditions d'où s'échappent des rapports, des notes, des comptes-rendus, des graphiques, des états numériques, expression d'une activité essentiellement superficielle et administrative. On

conçoit que le rendement en résultats positifs devienne pitoyable à l'égard des ressources et du personnel.

Le second écueil, auquel sont plus exposés les industriels, est de ne viser que le résultat immédiat et particulier obtenu dans le plus bref délai, de manière à être commercialisé de suite.

C'est que souvent se manifeste une certaine incompréhension mutuelle des scientifiques et des praticiens, ceux-ci méconnaissant beaucoup trop les difficultés de mise au point d'une conception scientifique et les autres étant enclins trop facilement à croire qu'ayant jeté l'idée comme un germe, celui-ci doive fructifier rapidement et ont tendance à reprocher à l'industrie de ne pas leur apporter suffisamment d'aide et de moyens. L'industriel s'attend à des miracles de la science, le savant devant, comme un prestidigitateur, transformer par un coup de baguette les fabrications et faire évanouir les difficultés; alors qu'il admet tout naturellement qu'il faut des années pour former un apprenti ou pour mettre au point un outillage industriel nouveau, il oublie qu'il convient d'accorder le même délai à la fonction scientifique.

Or ceux-là, mais ceux-là seuls, qui ont effectivement fait de la science appliquée savent combien il est pénible parfois et même déconcertant d'effectuer le passage du laboratoire à l'usine, du résultat isolé à la fabrication effective et continue.

Comme j'ai eu l'occasion déjà de le signaler, la recherche appliquée est beaucoup plus difficile que la recherche pure. Dans cette dernière, en effet, on choisit à volonté les variables du problème et on écarte les difficultés expérimentales en délimitant par avance le champ de travail. C'est ainsi qu'on expérimentera sur des corps purs en chimie et sur des cultures pures en biologie, éliminant toutes les impuretés et influences gênantes et qu'on choisira les domaines des température, pression et autres facteurs physiques pour qu'ils soient accessibles au matériel expérimental dont on dispose.

Au contraire, l'étude industrielle impose le problème dans toute sa

complexité et avec tous ses facteurs et fixe les limites des conditions expérimentales. Le chercheur sera le prisonnier des réalités et obligations industrielles, prison dont il lui faut s'évader pour s'échapper vers la lumière sous peine de succomber en avouant son impuissance. Il ne peut abandonner le problème qu'il a abordé pour en choisir un autre, comme on peut changer de sujet de thèse de doctorat en alléguant les difficultés d'expérimentation et obtenant l'accord du jury de thèse.

Aussi ce serait une grave erreur de confier la direction d'un organisme ou d'un service de recherche appliquée à un scientifique n'ayant pas participé à la vie industrielle, aussi bien qu'à un ingénieur d'exploitation ou un administratif n'ayant pas passé par le laboratoire ou un service de recherches.

N'oublions pas que les créateurs de la métallographie, c'est-à-dire de la métallurgie scientifique, furent deux savants, en même temps ingénieurs, Osmond et Henry Le Chatelier, issus l'un de l'École Centrale et l'autre des Écoles Polytechnique et des Mines.

Qu'il me soit permis en passant de saluer ces deux grandes figures qui firent connaître dans le monde entier l'école métallographique française et qui possédèrent tous deux les caractères communs d'une haute culture scientifique, d'une grande indépendance de pensée et d'un parfait désintéressement; désintéressement tel qu'ils pouvaient déclarer avec fierté n'avoir pris aucun brevet métallurgique et n'avoir touché aucune redevance concernant leurs découvertes.

Ce sont en quelque sorte des demi-dieux de la recherche métallurgique, qui doivent être pour nous des modèles dont nous devons chercher à nous rapprocher et des exemples dont il faut nous imprégner.

L'aspect pratique du problème de la recherche fait surgir une autre difficulté: c'est l'interférence des recherches collectives et des intérêts particuliers et, par suite, des préoccupations commerciales de chacun des participants. Mais la métallurgie est assez évoluée maintenant dans la voie scientifique pour comprendre toutes ces difficultés et cette création en est la preuve.

En outre, la personnalité de MM. Malcor et Delbart qui tiennent les leviers de commande, est une garantie que l'I. R. SID. sera conduit de manière à éviter ce double écueil:

M. Malcor qui, appartenant à un corps de l'État et ayant abordé les études scientifiques par un travail fort remarqué sur les équilibres de l'élaboration de l'acier, a tenu à occuper effectivement tous les divers postes dans les étapes successives de la fabrication d'usines métallurgiques du Centre et de l'Est,

et M. Delbart, auteur d'études multiples et appréciées sur les aciers et leurs traitements thermiques, qui a conduit personnellement les services de laboratoires et de recherches, aussi bien que le service de l'acierie d'une usine sidérurgique du Nord.

Tous deux, sachant que l'acier se fait avec du minerai et du charbon et non avec des rapports et des circulaires, éviteront l'écueil administratif.

Ayant exercé effectivement des fonctions de fabrication et de laboratoire dans les aciéries, ils sauront respecter la personnalité et l'indépendance des diverses usines qui concourent à la vie de l'I. R. SID. et ils s'attacheront, comme cela a été proclamé, à envisager, tout particulièrement, d'une part l'acquisition des données scientifiques déficientes, recherches de base indispensables pour éclairer les opérations métallurgiques actuelles et, d'autre part, les recherches d'ensemble dont l'ampleur et la durée dépassent les possibilités, les ressources et les conditions d'exécution des usines et sociétés particulières.

Étayés d'un côté par la commission scientifique, agent de liaison avec l'Université et les organismes de la recherche scientifique, et, d'un autre côté, par les commissions d'ingénieurs, en contact permanent avec la pratique industrielle, ils conduiront l'I. R. SID. en un harmonieux équilibre sur la voie délicate de la recherche appliquée en commun.

Ainsi seront poursuivies simultanément par l'I. R. SID. les études d'intérêt général génératrices des grands progrès qui peuvent trans-

former les fabrications et, d'autre part, au sein des usines, les recherches d'intérêt particulier génératrices de la série des petits progrès d'utilisation commerciale immédiate qui assurent l'existence matérielle de l'industrie.

Aussi cette première pierre m'apparaît à la fois comme une borne commémorant une date de l'évolution de la sidérurgie française, le milliaire d'or marquant le point de départ des multiples directions de la recherche collective et corporative et la base symbolique sur laquelle va s'édifier un établissement qui, je l'espère fermement, servira d'exemple et de modèle pour les diverses branches de l'industrie.

CÉRÉMONIE COMMÉMORATIVE

DU TROIS-CENTIÈME ANNIVERSAIRE DE LA NAISSANCE

DE

DENIS PAPIN

à LA CLOSERIE DES COUDRAIES, CHITENAY, Loir-et-Cher,

le dimanche 20 Juillet 1947.

DISCOURS DE M. ALBERT CAQUOT

Membre de l'Académie des sciences.

DENIS PAPIN, GRAND MÉCANICIEN, GRAND INVENTEUR.

Pour que les grandes inventions se réalisent, il est nécessaire que soient observées de multiples conditions.

Si leur conception exige toujours un cerveau doué de science et d'ingéniosité, il faut aussi que l'époque soit propice au développement économique, et que les données matérielles de la construction soient rendues possibles par le niveau atteint dans l'industrie.

C'est pourquoi les inventions se situent à chaque siècle dans les nations civilisées qui ont le plus haut degré d'intensité de vie, et celle-ci est déterminée le plus souvent par une culture scientifique très développée à l'aide d'une grande stabilité sociale.

De telles conditions furent réalisées en France dès le début du 17me siècle, après la réparation des terribles ruines des guerres de religion, et elles se sont maintenues telles jusqu'au milieu du 19me siècle, ce qui fit de la France d'alors la terre d'élection des inventions, comme de toutes les manifestations essentielles de l'esprit par les sciences, les arts et les lettres.

A vrai dire, cette longue période de spiritualité française ne fut pas sans quelques brutales variations accidentelles et c'est dans une de ces tempêtes que se place l'activité efficace de Denis Papin.

Autour du foyer de culture française, vivaient également en Occident, sur des terres où régnait une même vie intense de l'esprit, des foyers importants d'arts et de science, et, à cette époque du siècle de Louis XIV, l'Angleterre et les Pays-Bas formaient avec la France la zone d'élection des grands progrès scientifiques et techniques. Une philosophie à la fois plus humaine et plus religieuse faisait rechercher les moyens de multiplier la puissance d'action de l'homme sur la nature.

La mécanique, en plein développement théorique, permettait alors de prévoir la possibilité d'utiliser des énergies autres que celles qui résultent de l'utilisation d'esclaves, puis dans le monde des animaux domestiqués.

Les grandes civilisations antiques ne pouvaient exister sans esclavage humain, tandis que nos civilisations modernes ont leur activité permise par la création, chaque jour, de plus nombreux esclaves mécaniques mis à notre service.

Le dix-septième siècle vit le début de cette rapide évolution par la création des premières machines à vapeur, et, dans cette période, la science et l'intuition de Denis Papin furent les éléments essentiels des progrès réalisés.

La physique venait de fixer ses premières lois de base dans la détermination des pressions gazeuses. Torricelli, puis Pascal avaient, par des expériences célèbres, montré la réalité de la pression atmosphérique, conséquence du poids de l'air, et des physiciens remarquables et esprits lumineux comme Boyle et Mariotte donnaient les lois de la compressibilité.

Aussi quand Denis Papin termina ses études de médecine fut-il attiré par ce bouillonnement des idées, et, à 24 ans, il devint l'assistant du célèbre physicien hollandais Christian Huygens qui, en cette année 1671, appelé par Colbert, s'était fixé à Paris.

Le goût de Papin pour les réalisations mécaniques, après des perfectionnements réalisés sur les machines physiques du laboratoire de Huygens, le conduisit à rechercher la mise au point de la machine motrice à dépression par la poudre qu'avait imaginée Huygens. Mais, rapidement, il comprit qu'un tel moteur serait délicat, de puissance limitée, et d'un fonctionnement onéreux.

Et il proposa l'utilisation de la vapeur par condensation dans le cylindre. Ce n'est pas en France qu'il réalisera sa machine. Il a quitté sa patrie quelques années avant la révocation de l'Édit de Nantes, car, étant calviniste, les possibilités de travail lui apparaissent de plus en plus précaires.

A Londres il est accueilli par le célèbre savant Robert Boyle qui, dès son arrivée, en 1675, le prend comme assistant et le soutiendra fidèlement.

En 1680, à trente-trois ans, Papin est membre de la Société Royale, qui vient d'être formée, et c'est alors qu'il décrit ses premières inventions comme son digesteur muni d'un organe nouveau, la soupape de sûreté.

Mais après Londres et Venise c'est à Marbourg où le prince de Hesse le nomma professeur de mathématiques à l'Université qu'il fera son plus long séjour entre 40 ans et 60 ans d'âge.

Il y connaît Leibnitz qui apprécie son grand mérite, et il lui demande son appui pour la mise au point de sa nouvelle machine à

vapeur, mais surtout pour le bateau à vapeur qu'il veut construire.

Mais la première nef est détruite après sa navigation sur la Fulda par les mariniers du Weser qui, disposant d'un monopole corporatif, ont refusé de lui laisser le passage sur ce fleuve.

A 60 ans, Papin, désespéré, retourne à Londres, où la Société Royale l'accueille à nouveau. Mais sa vie finira quelques années plus tard, sans qu'il ait pu trouver les moyens matériels de renouveler ses constructions antérieures.

Cette vie tourmentée, peu propice aux grandes réalisations, malgré les appuis qu'il trouve auprès des savants renommés, n'a pas permis à Denis Papin de donner toute sa mesure.

La révocation de l'Édit de Nantes a traversé sa carrière à 38 ans, à cet âge où l'inventeur dispose du maximum de facultés pour les mises au point, car il possède alors l'expérience comme la science.

Si son rôle dans la découverte de la Machine à vapeur nous apparaît comme de premier plan, quelle n'eût pas été sa Carrière, si elle n'avait pas été profondément altérée par une telle bourrasque?

Les publications de Papin, ses travaux à la Société Royale de Londres et à l'Université de Marbourg ont certainement aidé ses successeurs qui, au XVIII^{me} siècle, firent naître définitivement en Angleterre l'industrie de la machine à vapeur alternative sous son aspect moderne pour les besoins des mines, grâce à l'ingéniosité de Savery, de Newcomen et Cayley et surtout du magnifique ingénieur James Watt qui utilisa le double effet dans sa conception définitive.

De ces conceptions naîtront des Machines de plus en plus perfectionnées, comportant toujours les 4 organes essentiels, le cylindre, le piston, la bielle, et le vilebrequin moteur, jusqu'au jour où le progrès de la thermodynamique avec Sadi Carnot, puis l'étude de la mécanique des fluides en écoulement conduiront à ces turbines nouvelles composées de tous autres organes, et qui ont été créées en Angleterre et en France par Parsons et Rateau.

Ainsi va le progrès, cheminant à tâtons, puis accélérant sa course pour aboutir à une machine quasi-parfaite au moment où un prin-

cipe nouveau va faire disparaître son utilisation. Grâce à la vapeur l'ère de la vitesse pouvait naître avec les voies ferrées, et l'énergie mise à sa disposition décuplait l'Industrie.

L'un des moteurs derniers-nés, le moteur d'aviation, bijou de l'industrie moderne, n'est-il pas condamné au même sort prochain dans la poursuite du progrès.

Le turbo-réacteur va bientôt prendre sa place, et il suffit pour que la transformation soit complète que la métallurgie nous fournisse les métaux résistants aux températures élevées subies par les ailettes des rotors.

A toute invention nouvelle doivent correspondre des moyens nouveaux, et mon collègue et ami M. Portevin sait mieux que personne l'importance exceptionnelle des perfectionnements dans la tenue des métaux.

Les éminentes qualités de Denis Papin et sa vie douloureuse mettent une fois de plus en relief cette nécessité d'un cadre harmonieux pour le développement rapide du progrès.

Il est nécessaire de posséder des savants et des laboratoires, mais ces deux conditions ne sont pas suffisantes.

Pour qu'un pays soit grand, pour qu'il tienne la tête du progrès scientifique, il faut aussi que le travail se fasse dans le calme et dans le synchronisme accéléré des activités économiques permettant à l'élite de disposer de la liberté réelle et continue de penser.

Il faut en outre que la seule passion maîtresse soit celle du bien public, afin que chaque travailleur soit assuré d'être récompensé suivant ses mérites.

La diminution du prestige de notre pays et la détresse actuelle de toute la population n'ont pas d'autre cause que l'oubli depuis près de trente ans dans la législation nouvelle de ces principes essentiels.

L'inventeur d'aujourd'hui est spolié en France, et il a presque disparu du fait même de cette législation.

Si demain règne dans la loi les principes immuables de justice et d'entr'aide, la France sera à nouveau un groupe hautement spirituel, où le rayonnement des grandes intelligences permettra la vie heureuse pour les plus humbles, en mettant à leur disposition les nouveaux et plus fidèles esclaves mécaniques que créera l'intelligence à nouveau libérée de ses entraves matérielles.

DISCOURS DE M. ALBERT PORTEVIN

Membre de l'Académie des sciences.

En ma double qualité d'habitant de Chitenay et de représentant de l'Institut de France, je suis particulièrement heureux de dévoiler cette plaque qui marquera le lieu de la naissance, en cette commune de Chitenay, d'un des plus illustres représentants de la science orientée vers ses applications, pour laquelle l'Académie des sciences possède maintenant une section spéciale dont j'ai l'honneur de faire partie.

Il est fréquent, à l'heure actuelle, surtout après les ravages de la guerre, d'entendre médire des progrès de la science et des découvertes scientifiques, confondant ainsi l'esprit créateur des savants avec l'esprit destructeur de ceux qui dirigent les nations et veulent s'imposer aux hommes. Autant condamner les métallurgistes qui fabriquent l'acier, parce qu'avec cet acier on forge des canons et des obus, oubliant ainsi les socs de charrue, les ponts, les machines et toute l'industrie moderne; autant reprocher à Denis Papin d'avoir inventé la machine à vapeur parce qu'elle actionnera les cuirassés, ainsi que son bateau plongeur où se préfigurent les sous-marins.

Bien au contraire, Papin ne cherche qu'à être utile aux hommes: il ne voit même, dans la poudre à canon, engin de destruction, qu'un moyen de soulever les fardeaux et, dans la vapeur, un moyen d'obtenir la force motrice. Il apparaît ainsi, dans la voie expérimentale, le précurseur de cet autre illustre génie français que fut, dans la voie théorique, Carnot, qui traça et analysa le cycle de la machine à vapeur idéale, ou cycle de Carnot. Pour beaucoup de Français, ce nom de Carnot évoque, soit l'Organisateur de la Victoire de la première République, soit le Président de la troisième République, alors

qu'il demeurera, dans la suite des temps, tant qu'il y aura des savants, des ingénieurs et des hommes qui pensent, attaché à l'immortel créateur de la thermo-dynamique et au principe de Carnot.

Trop souvent, en effet, les hommes s'assemblent pour célébrer et graver dans la pierre le nom de ceux qui, par leurs paroles ou leurs actions, furent en réalité, en définitive, des destructeurs, voire même des fléaux de l'humanité, pour ne pas nous réjouir de commémorer ici celui qui, par sa géniale découverte, voulut se rendre utile à ses semblables et soulager le labeur des humains.

ALLOCUTION PRONONCÉE PAR M. AUGUSTE CHEVALIER,

Membre de l'Académie des sciences,

en la séance du lundi 4 octobre 1948,

A L'OCCASION DE LA REMISE A

M. VICTOR VAN STRAELEN

PRÉSIDENT DE L'INSTITUT DES PARCS NATIONAUX DU CONGO BELGE,

DE LA MÉDAILLE ARAGO

décernée en 1948 à cet Institut.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

MESSIEURS,

La conférence internationale pour la Protection de la Nature, qui siège en ce moment à Fontainebleau, sur l'invitation du Gouvernement français, conjointement avec l'Unesco, en vue de constituer une Union Internationale pour la Protection de la Nature, a, à nos yeux, une très grande importance, une importance comparable à celle de la Conférence Internationale de Londres pour la Protection de la Faune et de la Flore africaines qui fut organisée par le

Gouvernement britannique en 1933, à laquelle prirent part de nombreux États et qui aboutit à la Convention internationale relative à la conservation de la faune et de la flore africaine à l'état naturel signée à Londres le 8 novembre 1933 et à laquelle la Belgique fut un des premiers pays à donner son adhésion. Cette convention a pour but d'enrayer un mal dont souffre l'Afrique depuis des années: la destruction rapide des faunes, des flores et aussi des sols, c'est-à-dire des richesses latentes de ce continent, mystérieux il y a encore cinquante ans, richesses dont on avait surestimé l'importance en ce qui concerne notamment la fertilité des terres. La Belgique n'avait pas attendu cette réunion pour prendre des mesures en vue de la protection des animaux, des plantes et des sites dans l'immense territoire qui avait constitué à partir de 1885 l'État indépendant du Congo et qui était devenu, grâce aux vues géniales du Roi Léopold II, le *Congo belge*. C'est à la suite de deux voyages aux États-Unis, en 1910 et 1919, que le roi Albert, son successeur, envisagea la création de réserves naturelles adaptées à la notion de Parc National, comme il en existait déjà en Amérique, et appropriées aux contingences du Congo belge. Un premier décret créa en 1925 le Parc National Albert, réserve à l'origine de minime étendue, principalement destinée à assurer la protection des gorilles de montagnes, réfugiés entre les sommets des volcans éteints Mikeno, Karisimbi et Visoke. La réserve fut déjà considérablement étendue en 1929. De 1930 à 1933, l'Institution assura son organisation en Afrique et ébaucha un premier programme pour l'exploration scientifique de ce domaine

L'œuvre à l'organisation de laquelle, Monsieur le Président, vous avez attaché votre nom est encore insuffisamment connue en France. Je prie mes auditeurs de me permettre de la leur exposer brièvement.

La Conférence internationale de Londres de 1933 avait apporté un certain nombre de précisions sur la manière dont devait être comprise la protection de la nature. A la conception américaine qui regarde les Parcs nationaux et notamment l'admirable Yellowstone

Park, fondé dès 1872, comme des sites d'une grande beauté, destinés à l'agrément du public et à son instruction, la délégation française dont j'avais l'honneur de faire partie, avait fait remarquer qu'il y avait encore une autre manière de concevoir la protection de la nature, c'était *la réserve naturelle intégrale* où l'accès des hommes, même en tant que touristes ou promeneurs, est interdit, de manière à conserver la nature dans un état primitif intégral, sans troubler en rien l'équilibre harmonique existant. La réserve ainsi conçue est un véritable sanctuaire de la nature où seuls quelques privilégiés peuvent être admis: naturalistes, biologistes, artistes, mais ils n'ont même pas le droit, sans autorisation spéciale, d'y faire le moindre prélèvement, d'y cueillir une fleur ou d'y capturer des papillons. La flore et la faune parcourent ainsi leur cycle vital sans y subir les influences perturbatrices de l'homme. C'est un véritable observatoire de la nature. Cette conception de la réserve intégrale fut admise par la conférence et nos amis belges se joignirent à nous pour exposer des vues identiques pour lesquelles ils avaient déjà obtenu un commencement de réalisation.

Dans le discours qu'il avait prononcé le 19 octobre 1929 à la séance d'installation de la Commission administrative du premier Parc national congolais, le Roi Albert avait en effet félicité le Premier Ministre d'avoir, dans le décret constitutif soumis à son approbation, attribué au Parc Albert, dès sa fondation, un but exclusivement scientifique. Et le Roi ajoutait:

« D'autres pays, de plus en plus nombreux, ont imité l'exemple de l'Amérique, mais une tendance nouvelle se fait jour actuellement dans la conception de ces réserves. Cette tendance est, sans aucun doute, appelée à prendre de nouveaux développements: c'est l'intérêt des recherches scientifiques qui devient désormais la raison d'être essentielle de ces institutions et en particulier du Parc Albert. On peut le comparer aux Parcs suédois qui sont placés sous le contrôle d'une commission scientifique dépendant de l'Académie royale des Sciences ».

Dans leur ensemble les Parcs nationaux du Congo belge couvrent aujourd'hui une superficie de près de 2800000 hectares, ce qui représente à peine la centième partie du territoire du Congo belge. Déjà on envisage la création d'autres parcs dans la région centrale et occidentale du Congo, notamment dans la zone de l'ex-cuvette occupée par la forêt vierge et dans la région montagneuse de Mayumbe.

Actuellement, la superficie du Parc Albert (P.N.A.), le premier fondé, est de 800000 hectares. Il est à cheval sur l'équateur et comprend une partie du Graben, la fosse et l'arête montagneuse de l'Est africain, et il s'étend du Nord au Sud sur environ 300 kilomètres; il comprend le lac et le puissant massif du Kivu. Il s'y trouve six volcans éteints, de hautes cimes s'élevant au-delà de 4500 mètres d'altitude et couvertes de neiges éternelles. Les volcans du Nyamiragira, encore en pleine activité, y sont également inclus. On y a incorporé en 1935 les eaux belges du lac Édouard, la plaine de la haute et de la moyenne Semliki et le versant occidental du massif du Ruwenzori. L'hippopotame vit en troupeaux extrêmement nombreux sur les rives du lac et dans la Semliki. L'éléphant pullule également; il monte parfois au-dessus de 3500 mètres; maintenant ces animaux se laissent approcher en plein jour; les buffles se multiplient aussi. On pense que les antilopes et les fauves qui, chassés autrefois et en voie de disparition, tendent à se multiplier. Chose curieuse les grandes antilopes: Cobs de Thomas, Cobs Defassa, Topis qui, il y a dix ans, existaient par milliers paraissent en régression; on l'attribue à la suppression des feux de brousse; l'herbe ne repoussant plus, ces herbivores n'ont plus de pâturages suffisants.

Le Parc de la Kagera (P.N.K.) au Ruanda-Urundi, par 2-3° de latitude Sud, a été créé en 1934, il couvre un total de 251000 hectares. Une grande partie située sur les confins du territoire du Tanganyika est en réserve intégrale. Le gibier y est particulièrement abondant. L'hippopotame et le crocodile pullulent, mais l'éléphant fait défaut. Les troupeaux de zèbres et d'impalas, de buffles, d'élans,

d'antilopes chevalines, de topis, de cochons sauvages, de singes, d'oryctéropes et de pangolins y sont nombreux; les fauves ne manquent pas.

Le Parc national de la Garamba (P. N. G.) situé par 4° de latitude Nord, au Sud du Soudan anglo-égyptien auquel il confine, couvre 492 000 hectares. Il est administré par le Directeur de la Station de domestication de l'Éléphant de Gangala qui peut y capturer ces pachydermes. La société des Mines d'or de Kilo-Moto y est incluse. C'est un pays de savanes et le paysage est tout à fait soudanais et même sénégalais par endroits, la saison sèche y dure plus de six mois. La faune y est extrêmement riche. A l'exception du gorille et de l'hylochère, elle comprend tous les grands mammifères du Parc Albert et aussi des animaux devenus rares et qui n'existent que là dans les Parcs nationaux: le rhinocéros blanc, des girafes, le bubale, l'antilope harnachée, enfin l'élan. L'état sanitaire de cette faune est excellent.

Le Parc national de l'Upemba (P. N. U.), créé en 1939, situé au cœur même du Katanga par 9° de latitude Sud, un peu au Nord d'Élisabethville est une des plus vastes réserves d'Afrique. Elle couvre en effet 1 173 000 hectares et groupe une grande variété de régions naturelles comprenant d'immenses plaines et des plateaux giboyeux. On y trouve des éléphants, des zèbres, des oribis, des phacochères et une nombreuse faune ornithologique, ainsi que des antilopes variés. La prospection scientifique est à peine ébauchée. Mon ami, M. le Professeur Robyns directeur du Jardin botanique de Bruxelles, s'y trouve en ce moment et y fait les premières recherches. Déjà une surveillance active de patrouilles s'exerce pour empêcher les dépradations des chasseurs indigènes et européens.

Dans les autres Réserves de nombreux gardes indigènes et les tournées d'inspection des conservateurs ont progressivement persuadé les populations antochtones et aussi les Européens de la nécessité de respecter les réglements en vigueur dans les Parcs nationaux.

La constitution en réserves absolues de superficies considérables a provoqué quelquefois des protestations inspirées par des considérations utilitaires immédiates. On a entendu souvent, peut-être moins à présent, le reproche de soustraire des territoires à l'agriculture, à l'élevage, à la chasse et à l'exploitation forestière.

« Cependant, comme vous l'avez écrit, Monsieur le Président, la protection de la nature est étroitement liée à l'économie politique. Pour toute nation, un programme bien équilibré de l'exploration du sol, c'est-à-dire de l'agriculture, comprend aussi bien les éléments encore sauvages que les cultures les plus raffinées... »

La conservation des animaux et des plantes sauvages est à certains égards une précaution pour l'avenir, car leur potentiel est infiniment plus élevé que celui des animaux domestiques et des plantes cultivées... Il n'est pas possible d'affirmer que l'humanité ait fait le meilleur usage des ressources naturelles dont elle a pu s'assurer la possession. On connaît déjà des destructions très préjudiciables: des animaux très utiles complètement anéantis par l'homme, des plantes précieuses comme le fameux *Silphium* de la Tripolitaine qui, dans l'Antiquité, se vendait au poids de l'or et guérissait tous les maux. Il avait déjà disparu au début de l'ère chrétienne. L'homme sera toujours impuissant à faire renaître les êtres vivants disparus par sa faute. Tout anéantissement est donc toujours irréparable.

Comme le disait le duc de Brabant, dans son remarquable discours de 1933 à la Conférence de Londres: « Si des défrichements inconsidérés avaient anéanti autrefois les Caféiers, plantes exclusivement africaines à l'origine, ces coupes sombres auraient pu nous empêcher de connaître à jamais les délices d'un « morning Coffee ».

Aussi est-il rationnel que l'on prenne dès maintenant des mesures effectives pour la conservation d'êtres vivants: plantes et animaux, de sites et de gisements utiles à la connaissance, que l'on préserve aussi ces paysages impressionnants chantés par les poètes de la nature: « lacs, rochers muets, qu'avez-vous donc en vous qui fait bondir le cœur et fléchir le genoux! »

A-t-on le droit de modifier à son gré l'état naturel des choses, sans se préoccuper des conséquences que la connaissance actuelle des phénomènes permet cependant d'entrevoir? Il est juste que l'on prenne dès maintenant des mesures draconniennes en vue de protéger des êtres menacés d'extinction ou des paysages et des sites qui intéresseront aussi les générations futures.

Dans les réserves naturelles intégrales du Congo belge, il est dès maintenant interdit:

1° de poursuivre, chasser, capturer, détruire, effrayer ou troubler, de quelque façon que ce soit, toute espèce d'animal sauvage et même, sauf en cas de légitime défense, les animaux réputés nuisibles, notamment les grands fauves et les serpents;

2° de prendre ou détruire les œufs ou les nids;

3° d'abattre, détruire, déraciner ou enlever les plantes ou arbres non cultivés;

4° d'introduire n'importe quelle espèce d'animal ou de plante;

5° de faire des fouilles, terrassements, sondages, prélèvements de matériaux et tous autres travaux de manière à modifier l'aspect du terrain ou de la végétation;

6° de pénétrer, circuler, camper et séjourner dans l'étendue des réserves intégrales, d'y introduire des chiens, des pièges, des armes à feu, d'y déterrer, transporter ou d'en exporter des animaux sauvages vivants, des peaux ou autres dépouilles ou des produits végétaux non cultivés.

On conçoit les difficultés auxquelles se heurtent ceux à qui incombent de faire respecter ces prescriptions sur des territoires aussi vastes que les parcs nationaux du Congo belge.

Cependant, dans votre organisation, le côté touristique n'a pas été oublié non plus. Le 14 novembre 1938 un arrêté royal a organisé le tourisme dans les Parcs nationaux. L'entrée des visiteurs dans les réserves est subordonnée au paiement d'une légère contribution à l'œuvre scientifique et perçue sous forme d'autorisation de séjour. Certains secteurs seulement des Parcs nationaux sont accessibles

aux touristes, les autres, vu l'intérêt particulier que présente la conservation intégrale de leur flore et de leur faune, restent actuellement fermés à toute circulation; n'y pénètrent que les gardes, le conservateur et les missions scientifiques dûment autorisées. Des sentiers caravaniers et des pistes automobiles facilitent les déplacements dans les régions ouvertes au tourisme.. D'autre part l'institution a formé des guides indigènes sans lesquels il serait parfois dangereux de circuler dans les réserves à cause des fauves.

Au Parc National Albert, une organisation d'accueil a été créée dans la plaine giboyeuse du secteur Rdwindi-Rutschuru. Elle est dirigée par un représentant de l'Institut, le commandant E. Hubert qui accompagne le plus souvent lui-même les visiteurs dans leurs tournées en automobile vers le Lac Édouard, à travers l'habitat des grands mammifères. Au camp de Rdwindi une hôtellerie avec pavillons d'habitation a été construite par l'Institution. Depuis 1939, les touristes y trouvent le logement et le couvert.

L'Institut se préoccupe aussi d'organiser une piste qui permettra d'atteindre en quelques journées le sommet des crêtes du Ruwenzori et de fouler presque sous l'Équateur les neiges éternelles et les glaciers africains. Certains territoires annexes des réserves intégrales situés à leurs lisières sont encore accessibles aux Africains riverains, où sont conservés certains droits indigènes, tels que celui de circulation. La menace la plus lourde provient des communautés indigènes autorisées à résider dans les enclaves des Parcs. Il en existe çà et là, mais elles sont peu à peu éliminées par le rachat des droits et le déplacement des habitants. Dans le Parc Albert on a maintenu quelques centaines de Pygmées. Ils vivent de la cueillette des produits de la forêt; nomades, ils n'entretiennent pas de culture, mais ils ont conservé le libre exercice de leurs droits ancestraux de chasse. On les utilise en partie comme gardes. Dans les territoires extérieurs aux réserves intégrales la chasse a été réglementée. En 1945, vingt-huit réserves de chasse s'étendant sur 20 millions d'hectares et 148 réserves forestières s'étendant sur 500 000 hectares ont été instituées

dans l'ensemble du Congo belge et ces réserves coopèrent aussi dans une certaine mesure à la protection de la faune, de la flore, des associations végétales et animales.

En Belgique, l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, avec toute l'ampleur qu'il a prise en moins de vingt années, est une entreprise essentiellement scientifique. Dans le conseil d'administration les hommes de science sont en très grande majorité; des savants appartenant à des institutions scientifiques étrangères en font partie; un Comité de grands spécialistes américains donne également son avis. Enfin de nombreux naturalistes de Belgique ou d'autres pays ont déjà accompli des missions scientifiques nombreuses et fructueuses . Le Fonds national de la Recherche scientifique belge a contribué à financer ces missions. Depuis 1933 il s'est en outre créé en Belgique «la Fondation pour favoriser l'étude scientifique des Parcs Nationaux du Congo belge».

L'Institut des Parcs nationaux du Congo belge est administré par une commission dont la composition reflète bien le double caractère scientifique et international que le Roi Albert voulait attacher à l'œuvre de Protection de la Nature africaine qu'il avait résolu de promouvoir. Réunissant actuellement vingt-six personnalités dont la majorité représente des institutions scientifiques, cette Commission compte en son sein huit membres étrangers disposant chacun d'une voix délibérative. La France compte un représentant, le Professeur Henri Humbert.

Ce caractère international du principal collège directeur de l'Institution a permis à cette dernière de s'assurer au-delà des frontières de la Belgique des sympathies et des appuis extrêmement précieux susceptibles non seulement de le faire utilement connaître, mais aussi d'appuyer efficacement son action.

L'Institut a trois buts principaux:

1° Assurer dans les territoires qui lui sont réservés l'absolue protection de la faune et de la flore;

2° Favoriser la recherche scientifique (missions d'études);

3° Encourager le tourisme dans les territoires annexes pour autant

que celui-ci soit compatible avec la protection de la nature. Par contre, empêcher tout méfait par destruction ou prélèvement. Interdiction même aux indigènes de circuler et de chasser. Ils ont été indemnisés et transférés ailleurs à l'origine. L'autorité judiciaire conteste, il est vrai, la légalité de ces mesures. C'est une brèche dans la protection totale. Il y sera peu à peu remédié, nous l'espérons.

L'Académie des Sciences de l'Institut de France, Monsieur le Président, ne pouvait pas se désintéresser de l'œuvre grandiose que vous et vos collaborateurs avez réalisée en moins de vingt années et qui porte déjà des fruits extrêmement prometteurs pour l'avenir. La tâche accomplie est déjà immense. Vos Parcs nationaux sont délimités, en partie prospectés; le public belge et les Africains commencent à en comprendre l'utilité. Les grands animaux y vivent en sécurité. Enfin de nombreux savants se sont attelés à l'étude de tous les trésors scientifiques que renferment ces Parcs nationaux. Les publications déjà réalisées dont vous avez bien voulu doter la Bibliothèque de notre Institut montre l'ampleur de l'œuvre déjà accomplie. Qu'il me suffise de dire que vos prévisions de Budget pour 1949 s'élèvent à près de 15 millions de francs belges pour les dépenses en Afrique et à 4 millions 215000 francs en Belgique, notamment pour les publications.

Vous avez mis à l'abri des destructions ou des spoliations des associations biologiques vierges qui seraient, sans votre intervention, soumises sinon à une prochaine destruction du moins à des transformations rapides. Sans la réserve de Kagera les Rhinocéros blancs et les Girafes du Haut-Nil seraient probablement déjà disparus, les grands troupeaux de Mammifères, du Parc Edouard, ainsi que les Gorilles du Kivu seraient en partie décimés. Des territoires qui, jusqu'alors avaient subi dans une certaine mesure l'empreinte des occupations humaines, ont été brusquement soumises, par l'autorité, à un régime de protection totale. Tel est le cas notamment des régions du Kivu et du Katanga, jadis souvent visitées par les chasseurs et que le législateur congolais a érigées en Parcs nationaux,

après en avoir éloigné par une procédure appropriée les quelques populations indigènes qui les habitaient. Les réserves naturelles ainsi constituées ont alors vu les cycles biologiques de leurs associations naturelles se mettre à évoluer, non pas comme ils l'eussent fait dans un biotype strictement primitif, mais bien comme dans le complexe où le facteur humain qui était intervenu depuis des années ou des siècles a subitement cessé de faire sentir son action. « Magnifique école de protection de la Nature, écrit M. Harroy, ces foyers d'observation du retour en arrière des associations naturelles constituent le champ d'étude idéal pour celui qui veut scruter les répercussions du conditionnement par l'homme du processus biologique ». Grâce à vous les naturalistes de l'avenir attachés à l'étude passionnante de l'Afrique tropicale pourront suivre le conseil que nous donnait, il y a environ deux siècles, notre grand ancêtre Michel Adanson, le premier explorateur scientifique de l'Afrique noire; « Consultons, a-t-il écrit, la nature plus que les livres, étudions la nature dans la nature elle-même; c'est là que nous puiserons une source intarissable d'idées vraies! »

Des sciences nouvelles nées depuis cinquante ans à peine: la biogéographie, l'écologie, l'éthologie des animaux sauvages, la pédologie et la biologie des sols, qui ne peuvent s'étudier que sur le terrain, montrent combien ces vues étaient fondées. Elles font comprendre aussi le haut intérêt des réserves naturelles comme celles du Congo belge, non seulement au point de vue de la science pure mais aussi de ses applications. Comme le disait le duc de Brabant dans son discours de Londres en 1933: « La protection de la nature est un problème d'une ampleur universelle. Elle est étroitement liée à l'économie politique. Elle a aussi une utilité esthétique et morale. »

Que de travaux scientifiques réalisés déjà par l'organisme des Parcs nationaux du Congo belge!

De nombreuses missions scientifiques très fécondes ont parcouru déjà les territoires en réserves et en ont rapporté des collections très importantes déjà étudiées ou à l'étude. Je ne citerai que les importantes:

— Mission G. F. de Witte, l'une des premières et des plus fertiles.

— Mission P. Schumacher (1933-1936) — Ethnographie des Pygmées.

— Mission H. Damas (1935-1936) — Hydrobiologie des lacs et inventaire de la faune terrestre.

— Mission L. Hermans (1935-1936) — Magnétisme terrestre.

— Mission A. Denis-Roosevelt (1935-1936) — Documentation iconographique.

— Mission J. Lebrun (1937-1938) — Phytogéographie et Phytosiciologie des formations parcourues par les feux de brousse. Inventaire de la flore du Parc National Albert et du Parc National de la Kagera.

— Mission S. Frechkop (1937-1938) — Ethnologie des mammifères et inventaire de la faune du Parc National Albert et du Parc National de la Kagera.

— Mission A. Gilliard (1938) — Géophysique des massifs volcaniques et du Ruwenzori.

— Mission J. Verhoogen (1939-1940) — Vulcanologie.

— Mission H. Hediger-Verschuren (1948) — Psychologie des animaux supérieurs.

Études diverses déjà effectuées:

Dr L. Wulf (1934-1935) — Entomologie médicale.

L. Lippens (1935-1936) — Faune ornithologique du Parc National Albert.

Dr L. Van den Berghe (1936) — Enquête parasitologique.

E. Verleyen (1936) — Recherches forestières.

P. Haskins (1938) — Recherches myrmécologiques.

P. Hoier (1938-1939) — Morphologie du volcan Nyamuragira.

J. Lepersonne (1939) — Récolte de fossiles.

R. Germain (1944) — Recolonisation végétale des laves.

A. Tazieff (1948) — Évolution des phénomènes éruptifs.

La mission principale envoyée dans les Parcs nationaux du Congo belge et l'une des plus importantes ayant jamais opéré en Afrique,

est celle dirigée par M. G. F. de Witte, Conservateur du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique et Chef de la Section scientifique de l'Institut qui effectue depuis 1947 l'exploration du Parc national de l'Upemba et dont les travaux prendront fin en 1950. M. de Witte compte parmi ses collaborateurs plusieurs naturalistes appartenant à des disciplines diverses. Dès à présent on peut considérer que les résultats de cette mission auront une portée considérable sur la connaissance de la faune de l'Afrique centrale.

Les missions font l'objet de publications dont 110 ont déjà vu le jour à l'heure actuelle et auxquelles ont collaboré des savants de douze pays différents, et parmi eux une dizaine de spécialistes français.

Je m'en voudrais de ne pas attirer l'attention sur plusieurs publications d'une importance particulière, sorties depuis peu des presses.

Tout d'abord c'est la *Flore de spermatophytes du Parc national Albert*, par M. Walter Robyns, directeur du Jardin botanique à Bruxelles. Le tome I vient de paraître; c'est un magnifique volume de 626 pages avec de belles illustrations; les tomes II et III doivent paraître très prochainement. Il faut mentionner aussi le remarquable travail d'écologie et de géographie botanique de M. Lebrun, en 2 forts volumes, publiés par l'I N E A C (Institut national pour l'étude agronomique du Congo belge). Cet ouvrage fait partie aussi de l'exploration du Parc Albert. D'autres volumes doivent suivre prochainement.

Enfin je crois utile de signaler ici, bien qu'il ne concerne pas les Parcs Nationaux, le livre édité à Bruxelles en 1946: *Afrique terre qui meurt: la dégradation des sols africains sous l'influence de la colonisation*, par J. P. Harroy, hier encore Secrétaire général de l'Institut des Parcs Nationaux et aujourd'hui Secrétaire général de l'I R S A C (Institut pour la Recherche scientifique en Afrique centrale), une nouvelle création de la Belgique pour l'étude de son Congo, création dont profitera aussi dans l'avenir l'Institut des Parcs Nationaux du Congo belge.

Cet ouvrage est d'une importance primordiale, car il jette l'alarme et se rattache aussi à la protection de la nature. Il s'agit de l'érosion effroyable qui s'accomplit de nos jours en Afrique noire sous l'action de la colonisation, des feux de brousse et de l'emprise de plus en plus grande des autochtones sur les terres vierges qu'ils exploitent d'une façon abusive parce que leurs techniques sont restées primitives.

La Belgique a été un des premiers pays à dénoncer ce mal qui sévit au Congo belge, comme dans toute l'Afrique et elle a déjà pris des mesures protectrices du sol.

En une vingtaine d'années, Monsieur le Président, vous avez profondément marqué de votre empreinte l'activité scientifique du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique dont vous êtes le directeur. Vous avez été un animateur puissant de l'exploration scientifique, suscitant d'importantes missions comme celle du Lac Tanganyika en 1946-47, ou celle qui explore actuellement l'Atlantique Sud au large du Congo.

Vous avez été le vigilant et habile organisateur de l'Institut des Parcs nationaux. Nous savons les difficultés qu'il vous a fallu surmonter, la science et la ténacité qu'il vous faut encore déployer pour préserver ces magnifiques joyaux de la nature des profanations qui les menacent si souvent, en présence d'une colonisation qui a parfois tendance à chercher des profits démesurés.

Pour vous et vos collaborateurs, c'est la science pure qui compte tout d'abord, mais vous ne méprisez pas comme certains savants les applications de la science.

La protection de la nature, avez-vous écrit, deviendra peu à peu une des nombreuses branches de la biologie appliquée, mais maintenir la vie dans son état primitif est un problème difficile à résoudre.

Vous estimez avec raison qu'une gestion scientifique de la vie naturelle doit être introduite partout et spécialement sur ces vastes territoires africains où vivent encore des populations arriérées et où il y a tant de choses à protéger.

Son action sera régulatrice; elle envisagera l'établissement et le maintien d'un équilibre entre l'ambiance, les animaux, les végétaux et l'homme, aussi bien le Blanc que le primitif autochtone. Le respect de la nature est le commencement de la sagesse des peuples.

Monsieur le Président, j'ai gardé pour la fin et vous m'en excuserez, l'énumération des titres que vous avez vous-même à la reconnaissance des hommes de science. Vous vous étiez bien gardé de m'indiquer ces titres, tant est grande votre modestie, mais j'ai pu, aidé par vos collaborateurs, les rassembler tant bien que mal.

Vous veniez de soutenir votre thèse de doctorat ès-sciences naturelles en 1914 lorsque éclata en août la première grande guerre. Vous y prenez part comme volontaire dès le début. Après les hostilités, vous reprenez vos recherches scientifiques et vous publiez de beaux travaux de géologie et de paléontologie.

En novembre 1925, encore très jeune, vous êtes nommé directeur du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique et vous allez marquer désormais ce grand établissement scientifique d'une profonde empreinte.

Mais cela ne suffit pas à votre activité. En juillet 1929, vous devenez membre du Comité de Direction du Parc Albert; vous êtes vice-Président de ce comité en 1931.

Le 26 novembre 1934, l'Institution devient par décret l'*Institut des Parcs nationaux du Congo belge*. Mais déjà, lorsque par suite de la mort tragique du Roi Albert, le 19 février 1934, le Prince Léopold, qui était Président de l'organisme depuis 1931, abandonne cette Présidence à la suite de son intronisation, c'est à vous qu'est confiée cette succession.

Vous aviez déjà su gagner non seulement l'estime des savants, mais vous avez eu aussi la confiance — je suis tenté de dire la reconnaissance, — des souverains de votre noble pays.

En 1928-1929 vous aviez accompagné le prince Léopold dans son voyage aux Indes Néerlandaises et en Nouvelle-Guinée. J'ai toujours sur ma table le splendide ouvrage que publia la Belgique à votre retour.

Le temps me manque pour énumérer vos principaux travaux. Vous avez successivement touché à la géologie et à la paléontologie, à la biogéographie, enfin aux sciences biologiques.

Il est une de vos publications que je ne puis passer sous silence. C'est l'ouvrage que vous avez intitulé: « *Résultats scientifiques du voyage aux Indes orientales néerlandaises de leurs Altesses royales, le prince et la princesse Léopold de Belgique,* » publié en 1933. Vous aviez accompagné, comme précepteur scientifique en quelque sorte, le duc de Brabant et la princesse Astrid dans le merveilleux voyage qu'ils accomplirent après avoir déjà visité le Congo belge, allant ensuite s'instruire au Pacifique: à Java, Sumatra, aux Moluques, en Papouasie et en Nouvelle Guinée. Votre magnifique ouvrage avec ses 91 remarquables planches et ses 191 figures, retrace toutes les beautés naturelles de ces contrées: végétation des forêts vierges, cultures introduites par les Hollandais, montagnes, volcans, plantes rares, comme les fleurs géantes du *Rafflesia arnoldi*, hommes sauvages de ces contrées, animaux rares. Partout vous observez en naturaliste en éveil. Vous nous avez montré, et cela m'a beaucoup frappé, entre autres choses merveilleuses dans trois photographies les nids d'un oiseau de Paradis, le *Ptylorhynchus* de Papouasie. Ce nid est un véritable berceau de trois mètres de large. Le spectacle des Paradisiers se divertissant au soleil, écrivez-vous, est un des plus beaux que l'on puisse voir en Papouasie. Le mâle érige un berceau pour charmer et attirer sa femelle et y élever confortablement ses petits. A l'entrée du berceau, il dépose un tapis de fleurs toujours fraîches. Il y apporte aussi des graines brillantes et des charbons noirs et luisants pris dans les foyers abandonnés des Papous; tout cela, dites-vous, pour réjouir la femelle couvant ses œufs, ou gardant ses petits.

Vous n'êtes pas seulement un naturaliste mais aussi un poète et on s'explique fort bien que vous ayez aménagé le Musée d'Histoire Naturelle de Belgique dans des conditions telles qu'il charme aussi ceux qui le visitent. Vous avez réussi à obtenir de votre gouvernement des fonds considérables pour un nouvel aménagement qui sera aussi, j'en suis sûr, une nouvelle réussite à l'actif de la Belgique.

« La médaille Arago est décernée par l'Académie, dit le réglement de la fondation, chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la science lui paraît digne de ce témoignage de haute estime. »

L'Académie des Sciences a été unanime à reconnaître que l'œuvre des Parcs nationaux du Congo belge, par tout ce qu'elle avait réalisé déjà, méritait amplement un tel témoignage.

Cela a été pour moi une très grande satisfaction d'avoir été choisi pour montrer dans cet exposé trop sommaire, l'ampleur de la tâche scientifique que la Belgique a réalisée dans son Congo belge et la reconnaissance que lui doit la France, qui a aussi tant d'intérêts en Afrique, pour le magnifique exemple que vous lui avez montré par vos initiatives au Congo belge.

CÉRÉMONIE

DU BAPTÈME DU NAVIRE CABLIER

« D'ARSONVAL »

à LA SEYNE-SUR-MER, Var,

le dimanche 11 juillet 1948.

DISCOURS DE M. GEORGES DARRIEUS

Membre de l'Académie des sciences.

L'Académie des Sciences est particulièrement heureuse de se trouver associée aujourd'hui à l'hommage rendu au savant éminent qui, élu en 1894 dans sa Section de Médecine et Chirurgie, fut son Président en 1917 et compta pendant plus de 46 ans parmi ses membres.

Nul choix ne pouvait être plus approprié pour le nom d'un navire dont la mission, en portant sur toutes les mers du globe le pavillon français, sera précisément de concourir au développement des moyens de communication de notre pays et à la diffusion de

sa pensée, que celui de l'illustre électrophysicien dont, non seulement la réputation est universelle, mais dont les travaux se rattachent encore si directement à l'exercice même de cette mission, la technique des télécommunications.

D'autres voix plus autorisées rappelleront les titres dominants du grand physiologiste, élève, préparateur et bientôt émule de Claude-Bernard; aussi je me bornerai à souligner ici l'aspect particulièrement physique et technique, plus naturellement propre à nous retenir aujourd'hui, d'une œuvre considérable poursuivie tout au long d'une vie remarquablement remplie.

Appelé par ses travaux d'électrophysiologie, exceptionnellement exigeants pour les moyens encore modestes dont disposaient alors les expérimentateurs, à acquérir et développer la technique de délicates mesures électriques, d'Arsonval, qui possédait le génie de l'invention, fut amené à créer pour ses recherches une foule d'appareils plus ou moins ingénieux, qui, répondant en général à un véritable besoin, se sont souvent répandus bien au-delà du domaine spécial où ils avaient tout d'abord trouvé leur emploi.

Tout le monde connaît son galvanomètre à cadre mobile dont, bien qu'il porte aussi le nom de Deprez, il semble qu'après lord Kelvin et indépendamment de lui, il puisse revendiquer l'idée de principe, mais l'on sait moins qu'il est également l'inventeur de la forme qu'ont gardée aujourd'hui la plupart des appareils de mesure à cadre à courant continu, montés sur pointes avec ressorts spiraux servant à amener du courant. La recherche d'appareils à la fois sensibles, rapides, précis et bien amortis, le conduisit aussi à réaliser de nombreuses variantes de galvanomètres astatiques à aimant mobile dérivés de celui de sir William Thomson, ainsi qu'à perfectionner leurs dispositifs de lecture (galvanomètres à miroir, à microscope... etc.). Cette communauté d'intérêts, ainsi que la part qu'il prit tant à la fondation qu'à la rédaction de la principale revue française d'Électricité de cette époque, la Lumière électrique, contribuèrent ainsi à le mettre en rapports avec ce grand physicien et ingénieur,

pionnier par surcroît des télécommunications et spécialement de la télégraphie sous-marine que fut lord Kelvin, dont l'évocation est particulièrement à sa place dans ce navire voué à une technique et à des méthodes d'essai dont il est à l'origine presque exclusivement le créateur.

Le téléphone doit encore à d'Arsonval le perfectionnement décisif que constitue, par rapport à l'appareil primitif de Graham Bell, la forme moderne de récepteur polarisé, ainsi qu'en collaboration avec Paul Bert, un type de microphone qui est resté longtemps en service dans l'administration française.

Tous ces appareils tels que ses enregistreurs préludant à l'emploi de la photographie, son thermogalvanomètre à cadre mobile constitué par une simple boucle thermoélectrique de deux métaux différents pour l'étude de la chaleur rayonnante, portent la marque d'un merveilleux esprit d'invention, de même que ses montages à haute fréquence qui, empruntés à Hertz, dès leur apparition, puis développés indépendamment de Tesla et d'Elihu Thomson, ont trouvé souvent des applications en dehors du domaine même électromédical.

Le grand nombre et la diversité des notes — la première remonte à 1877 — qu'il présenta à l'Académie tout au long de sa fructueuse carrière, attestent la variété et l'éclectisme de l'intérêt toujours en éveil qu'il portait aux idées nouvelles, quelle qu'en fut l'origine.

Ayant entrevu de bonne heure l'avenir magnifique promis au transport électrique de l'énergie, il s'employa avec fougue à en promouvoir la cause dans son entourage d'électrotechniciens et jusque dans le grand public, en communiquant même à l'occasion à la presse quotidienne, avec les conclusions de ses calculs, l'expression de sa conviction. Alors que les efforts de Gramme, Hippolyte Fontaine, Marcel Deprez se heurtaient partout à un scepticisme général, il tint à se rendre à Munich en 1882 pour assister au succès de la transmission à distance d'une puissance de quelques kilowatts, par une ligne télégraphique partant du petit bourg de Miesbach. L'enthousiasme général, succédant aux préventions, provoqua d'ailleurs

à cette occasion l'envoi à notre Académie, par la commission allemande, d'un télégramme admiratif de félicitations.

Cette curiosité sympathique pour les idées originales, cet optimisme parfois déconcertant dont la clairvoyance, attestée par les événements, s'appuyait d'ailleurs à la fois sur un grand bon sens et sur son autorité manifeste de fécond et heureux expérimentateur, lui firent ainsi saluer l'avènement de toutes les grandes inventions, l'aviation avec Charles Richet dès 1878, l'automobile dont il bricolait déjà en 1891 un prototype avec un moteur pour scie à bûches, la purification électrique des gaz, le froid industriel, enfin l'énergie thermique des mers dont Georges Claude rappelait que l'idée de son utilisation par l'intermédiaire de gaz liquéfiés avait déjà été émise par d'Arsonval en 1881.

Ayant ainsi toujours fait le plus grand cas des applications pratiques il fut, avec Henri Le Châtelier et André Blondel, l'un des principaux promoteurs de la nouvelle section créée au sein de l'Académie en 1918 pour y admettre les savants qui se sont plus particulièrement voués à développer ces applications de la science dans l'industrie.

En ces temps d'épreuve où les difficultés matérielles auxquelles se heurtent encore trop souvent dans nos pays appauvris les laboratoires, en ralentissant le travail expérimental, contribuent à incliner davantage les jeunes chercheurs vers la pure spéculation, il est bon que l'exemple de d'Arsonval, par sa fécondité et son magnifique rayonnement, nous rappelle la valeur irremplaçable de l'expérimentation. S'il est vrai que, comme l'affirmait ce grand théoricien que fut H. Poincaré, l'expérience soit la source unique de toute Vérité, la simple consultation du réel et l'humble soumission aux faits, outre qu'elles nous révèlent à tout moment dans la nature de nouvelles richesses et des possibilités inattendues que notre intelligence livrée à ses seules ressources n'aurait su imaginer, ont aussi un rôle social à jouer; car non seulement elles coordonnent les recherches spéculatives, qui, suivant leur propre inspiration, n'aurait que

trop tendance à prendre des voies divergentes, mais aussi, sur un plan plus vaste, elles doivent contribuer effectivement, sous leur souveraineté, à rapprocher les hommes, dans un effort commun propre à développer des sentiments de tolérance, d'estime et de compréhension mutuelles, enfin de respect scrupuleux de la personnalité humaine et des libertés individuelles, sous leurs formes même les plus délicates et les plus exigeantes.

Puisse ce bateau, en entreprenant sa tâche, qui, quoique modeste, demeure associée à la grandeur de notre pays, contribuer pour sa part à promouvoir cette leçon du grand Français dont il porte le nom !

COMMÉMORATION

DU CENTIÈME ANNIVERSAIRE DE LA MORT

DE

JAKOB BERZELIUS

A L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE SUÈDE

A STOCKHOLM,

le lundi 20 septembre 1948.

ALLOCUTION DE M. GABRIEL BERTRAND

Membre de l'Académie des sciences.

C'est un an après la mort de Lavoisier que le jeune Berzélius entra à l'Université d'Upsal pour apprendre la médecine. Il y acquit d'abord le titre de médecin, mais, dans la suite, devint chimiste, l'un des plus grands chimistes de son temps.

*
* *

Dans la célèbre Université suédoise, on n'enseignait pas seulement les sciences médicales : Afzélius, assisté de Ekenberg, y faisait un cours de chimie. Doué d'une imagination vive et d'un sens critique précoce, Berzélius comprit très vite que la chimie ne devait pas se limiter à réaliser des préparations et à décrire d'une manière plus ou moins avancée les caractères des substances obtenues; il entrevit qu'il devait y avoir dans l'étude des phénomènes accompagnant l'action des agents physiques sur une substance ou dans la réaction d'une substance sur une autre, la partie la plus explicative et la plus fructueuse de la Science naissante.

*
* *

En faisant agir pour commencer le courant d'une pile de Volta sur des solutions salines, il découvrit que le sel est divisé en deux parts: le métal se transportant au pôle négatif et l'élément acide au pôle positif. Il fit de cette découverte une étude approfondie qui le conduisit à une conception électrochimique de la composition des corps minéraux et même organiques.

Cette conception a donné lieu, comme on sait, à de nombreuses controverses, mais, d'autre part, l'électrolyse des solutions salines est à la base, dans les laboratoires, d'une excellente méthode d'analyse et, dans l'industrie, de multiples applications: la galvanoplastie, le raffinage du cuivre, les préparations de la soude et du chlore etc..

C'est au cours de ses expériences d'électrolyse des solutions salines que Berzélius obtint, en se servant avec ingéniosité de mercure comme électrode négative, un amalgame de baryum qui permit à Davy, par distillation du mercure, de séparer le baryum. Rappelons-nous que ce métal avait été découvert une trentaine d'années avant à l'état de combinaison naturelle par l'illustre chimiste Scheele.

*
* *

Tout en approfondissant l'étude de son système électrochimique, Berzélius s'attacha, avec un intérêt non moins grand et avec plus de bonheur encore, à la recherche des proportions selon lesquelles réagissent les substances chimiques.

Par des analyses exécutées avec une maîtrise sans égale et adaptées à d'innombrables combinaisons dans lesquelles figurèrent tous les éléments connus, puis, successivement, chacun de ceux que lui-même et d'autres chimistes découvrirent, il parvint, en y consacrant une grande partie de sa vie, à la détermination rigoureuse de ce qu'il a lui-même appelé les poids atomiques. Dès lors purent reposer sur des faits précis les lois fondamentales des poids qui interviennent dans les spéculations des théoriciens de la chimie et dans les calculs des industriels lorsqu'ils envisagent leurs rendements.

*
* *

Je ne puis citer la maîtrise de Berzélius dans le domaine de l'analyse chimique sans rappeler que la méthode des essais pyrognostiques à l'aide du chalumeau, née et développée entièrement en Suède, a été portée à un haut degré de perfection et codifiée par Berzélius. Cette méthode, qui a rendu tant de services aux minéralogistes et aux prospecteurs de mines, est si sensible et si précise que l'on doit la considérer comme le véritable début de cette branche de la science chimique qu'on appelle aujourd'hui la microanalyse.

*
* *

On doit encore aux connaissances étendues et à l'esprit systématique de Berzélius d'avoir complété les règles de la nomenclature de Lavoisier par la création ingénieuse de symboles qui représentent à la fois l'atome et le poids relatif de l'atome de chaque élément et qui permettent de figurer par des formules claires la composition des substances chimiques, tant sous le rapport de leurs

éléments que sous celui du nombre et du mode de groupement de leurs atomes respectifs.

Le symbolisme de Berzélius est toujours en usage et il équivaut à une sorte de langage universel compris par tous les chimistes du monde.

*
* *

Au rôle capital qu'il a joué dans la création de la nomenclature chimique doit être rattachée la proposition qu'il a faite des termes nouveaux d'isomérie et de catalyse: le premier se rapporte à un cas de structure que Berzélius a découvert en étudiant les acides tartriques, le second sert à désigner des transformations chimiques dans lesquelles le réactif semble agir par sa présence seule. L'énorme développement pris par l'isomérie et la catalyse dans la science actuelle témoigne de la qualité de jugement et de l'admirable prescience du savant suédois.

*
* *

Berzélius n'a pas été seulement un grand inventeur, il a été aussi un grand professeur. Son « Traité de Chimie » en 8 volumes a fait époque dans l'histoire de la Chimie et les « Rapports annuels sur les progrès des sciences physiques et chimiques » qu'il a rédigés avec un dévouement inlassable et une autorité hors de pair, de 1811 à sa mort, ont fait de lui le chimiste le plus influent d'Europe pendant la première moitié du 18me siècle.

*
* *

Berzélius entretenait avec ses collègues, dans son pays et à l'étranger de nombreuses relations.

Il vint à Paris en 1819, s'y lia avec Berthollet, fit la connaissance de Gay-Lussac et de Dulong, d'Ampère et de Fresnel, d'Arago et de Laplace etc.. et continua de rester en rapport avec eux par correspondance.

L'Académie des Sciences le reçut avec honneur et l'accueillit dès qu'elle le put parmi ses membres étrangers.

A cette époque, Berzélius apparaissait déjà comme un chimiste de grande valeur; depuis, son œuvre n'a fait que grandir et l'on doit, en toute justice, le reconnaître comme l'un des principaux fondateurs de la Chimie moderne. L'Académie des Sciences de l'Institut de France est heureuse d'apporter aujourd'hui ce témoignage à ses éminents Confrères de l'Académie royale des Sciences de Suède.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES AUTEURS ET DES MATIÈRES.

A

Pages

ACADÉMIE AUTRICHIENNE DES SCIENCES. — Commémoration du centième anniversaire de sa fondation, à Vienne, le 14 mai 1947. Allocution de M. *Charles Jacob* . . 663

ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'UNION DES RÉPUBLIQUES SOVIÉTIQUES SOCIALISTES. — Commémoration du deux-cent-vingtième anniversaire de sa fondation, à Moscou, le 17 juin 1945. Discours de M. *Maurice Caullery* 467

AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY. — Allocution de M. *Maurice Caullery* au meeting tenu à Philadelphie, le 18 octobre 1946. . . . 572

ANNIVERSAIRE (premier) de la mort de *Pierre Viala*, à l'Institut national agronomique, le 11 février 1937. 8

Pages

— (deux-cent-vingtième) de la fondation de l'*Académie des sciences de l'Union des Républiques Soviétiques Socialistes*, à Moscou, le 17 juin 1945 467

— (soixante-dixième) de l'invention du phonographe par *Charles Cros*, au Conservatoire national des arts et métiers, à Paris, le 19 décembre 1947 676

— (soixante-quinzième) de l'*Union des Ingénieurs sortis de l'Université de Louvain*, à Paris, le 9 avril 1948 708

ARSONVAL (Arsène d'). — Cérémonie du baptême du navire câblier d'*Arsonval*, à la Seyne-sur-mer, Var, le 11 juillet 1948. Discours de M. *Georges Darrieus* 755

B

Pages

BAPTÊME du navire câblier d'*Arsonval*, à la Seyne-sur-mer, Var, le 11 juillet 1948 755

BARTHÉLEMY (René). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Georges Charpy*. 633

— Discours à la commémoration du soixante-dixième anniversaire de l'invention du phonographe par *Charles Cros*, au Conservatoire national des arts et métiers, à Paris, le 19 décembre 1947 676

BERTRAND (Gabriel). — Allocution à la commémoration du centième anniversaire de la mort de *Jakob Berzelius*, à l'Académie Royale des sciences de Suède, à Stockholm, le 20 septembre 1948 760

BERTRAND (Léon). — Notice sur l'œuvre scientifique de *Lucien Cayeux*. 607

BERZELIUS (Jakob). — Commémoration du centième anniversaire de sa mort, à l'Académie Royale des sciences de Suède, à Stockholm, le 20 septembre 1948. Allocution de M. *Gabriel Bertrand* 760

BETHENOD (Joseph). — Discours de M. *Maurice de Broglie* à ses funérailles, à Paris, le 24 février 1944. 390

BOREL (Émile). — Son Jubilé scientifique à la Sorbonne, le 14 janvier 1940. Discours de M. *Gustave Roussy* 324

— id. Discours de M. *Charles Maurain* 328

Pages

— id. Discours de M. *Louis de Broglie*. 332

— id. Discours de M. *Gaston Julia* . . 338

— id. Allocution de M. *Émile Picard*, lue par M. Élie Cartan 348

— id. Allocution de M. *Émile Borel*. . 350

— Allocution au transfert des cendres de *Jean Perrin*, à la Sorbonne, à Paris, le 18 juin 1948. 718

BRANLY (Édouard). — Cérémonie du centenaire de sa naissance, à l'Institut Catholique, à Paris, le 27 mai 1944. Discours de M. *Maurice de Broglie*. 392

BRETON (Jules-Louis). — Notice nécrologique, lue en la séance du 12 août 1940, par M. *Georges Perrier* 378

BROGLIE (Louis de). — Discours au Jubilé scientifique de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940. 332

BROGLIE (Maurice de). — Discours à la levée du corps de *Paul Janet*, à Malakoff, le 24 février 1937. . . . 21

— Discours aux funérailles de *Maurice d'Ocagne*, à Paris, le 26 septembre 1938. 308

— Discours aux funérailles de *Joseph Bethenod*, à Paris, le 24 février 1944. 390

— Discours à la Cérémonie du centenaire de la naissance de *Édouard Branly*, à l'Institut Catholique, à Paris, le 27 mai 1944. 392

C

CABANNES (Jean). — Allocution au transfert des cendres de *Jean Perrin*, à Brest, le 17 juin 1948 . . . 713

CAQUOT (Albert). — Rétablissement de la puissance de la Nation française et amélioration du niveau de vie par la modification du régime économique, lecture faite en Comité secret, le 16 février 1948. 688

— Observations de M. *Albert Demolon*. 706

— Discours à la Cérémonie commémorative du trois-centième an-

Pages

niversaire de la naissance de *Denis Papin*, à la Closerie des Coudraies, Chitenay, Loir-et-Cher, le 20 juillet 1947: *Denis Papin*, grand mécanicien, grand inventeur. 730

CARLEMAN (Torsten). — Discours à la Cérémonie de remise à M. *Émile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937 84

CAULLERY (Maurice). — Discours à l'inauguration de la statue de *Lazzaro Spallanzani*, à l'Université de Pavie, le 11 avril 1939. 302

— Notice sur la vie et les travaux de *Louis-Félix Henneguy* 360

— Discours à la Commémoration du deux-cent-vingtième anniversaire de la fondation de l'*Académie des sciences de l'Union des Républiques soviétiques socialistes*, à Moscou, le 17 juin 1945. 467

— La place des conceptions de Lamarck dans la biologie d'aujourd'hui. Discours à la Commémoration du deux-centième anniversaire de la naissance de *Jean-Baptiste de Lamarck*, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, le 15 juin 1946 513

— Allocution au meeting de l'« *American philosophical Society* » à Philadelphie, le 18 octobre 1946 . . . 572

CAYEUX (Lucien). — Inauguration de la plaque commémorative apposée sur l'École où il enseigna, à Avesnes-sur-Helpe, Nord, le 7 juillet 1946. Discours de M. *Charles Jacob* 549

— Portrait hors texte . face à la page 607

— Notice sur son œuvre scientifique, par M. *Léon Bertrand*. 607

CENTENAIRE de la mort de *René Desgenettes*, à Alençon, le 27 juin 1937 52

— (troisième) de la naissance de *Nicolas Malebranche*, à la Sorbonne, le 25 juin 1938 246

— de la naissance de *Édouard Branly*, à l'Institut Catholique, à Paris, le 27 mai 1944 392

— (deuxième) de la naissance de *Jean-Baptiste de Lamarck*, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, le 15 juin 1946. 513

— de la *Société d'Émulation du Bourbonnais*, à Moulins, le 14 septembre 1946. 554

— de la fondation de l'*Académie autrichienne des sciences*, à Vienne, le 14 mai 1947 663

— (troisième) de la naissance de *Denis Papin*, à La Closerie des Coudraies Chitenay, Loir-et-Cher, le 20 juillet 1947. 730

— de la mort de *Jakob Berzelius*, à l'Académie Royale des sciences de Suède, à Stockholm, le 20 septembre 1948 760

CÉRÉMONIE COMMÉMORATIVE à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 . . 55

— en hommage à *Jean-Baptiste Charcot*, à la Sorbonne, le 2 octobre 1937 104

CHARCOT (Jean-Baptiste). — Cérémonie commémorative en hommage à *Jean-Baptiste Charcot*, à la Sorbonne, 2 octobre 1937. Discours de M. *Charles Maurain*: « Groenland » 104

— id. Discours de M. le Général *Georges Perrier*: Travaux géographiques de Charcot. 109

— id. Discours de M. *Alfred Lacroix*: Charcot à Rockall 120

CHARPY (Georges). — Les idées directrices et l'œuvre de Le Chatelier. Discours à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 . . 59

— Discours de M. *Albert Portevin*, à ses funérailles, à Paris, le 29 novembre 1945 471

Pages

— Portrait hors texte. . face à la page 633
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *René Barthélemy*. 633
CHEVALIER (Auguste). — Discours à l'inauguration du buste de *René Louiche-Desfontaines*, à Tremblay, Ille-et-Vilaine, le 3 octobre 1937 . 127
— Discours aux funérailles de *Henri Colin*, à Paris, le 24 mars 1943 . . 383
— Discours à la cérémonie du centenaire de la *Société d'Émulation du Bourbonnais*, à Moulins, le 14 septembre 1946 : Madame Aglaë Adanson et le parc de Baleine 554
— Allocution en la séance du 4 octobre 1948, à l'occasion de la remise à M. *Victor Van Straelen*, Président de l'*Institut des Parcs Nationaux du Congo belge*, de la médaille Arago décernée en 1948 à cet Institut . 738
CHEVENARD (Pierre). — Discours aux funérailles de *Léon Guillet*, à Paris, le 13 mai 1946 485
COLIN (Henri). — Notice sur la vie et les travaux de *Louis Mangin*. . . 256
— Discours de M. *Auguste Chevalier* à ses funérailles, à Paris, le 24 mars 1943 383
— Portrait hors texte. face à la page 401
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *René Souèges* 401
CROS (Charles). — Commémoration du soixante-dixième anniversaire de son invention du phonographe, au Conservatoire national des arts et métiers, à Paris, le 19 décembre 1947. Discours de M. *René Barthélemy*. 676

D

DANGEARD (Pierre-Augustin). — Discours de M. *Roger Heim* à ses funérailles, à Bois-Colombes, Seine, le 15 novembre 1947 666
DARRIEUS (Georges). — Discours à la cérémonie du baptême du navire câblier d'*Arsonval*, à La Seyne-sur-mer, Var, le 11 juillet 1948 . . 755
DEMOLON (Albert). — Notice sur la vie et les travaux de *Gustave Moussu*. 526
— Observations présentées à la suite de la lecture de M. *Albert Caquot* sur le Rétablissement de la puissance de la nation française et l'amélioration du niveau de vie par la modification du régime économique, faite en Comité secret, le 16 février 1948 706
DENJOY (Arnaud). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Henri Lebesgue* . . 576
DESFONTAINES (René LOUICHE-) — Inauguration de son buste, à Tremblay, Ille-et-Vilaine, le 3 octobre 1937. Discours de M. *Auguste Chevalier* 127
DESGENETTES (René). — Cérémonie du centenaire de sa mort, à Alençon, le 27 juin 1937. Allocution de M. *Maurice d'Ocagne* 52
DESLANDRES (Henri). — Discours de M. *Bernard Lyot* à ses funérailles, à Paris, le 19 janvier 1948 682
DOUVILLÉ (Henri). — Discours à ses funérailles, par M. *Charles Jacob*, à Paris, le 22 janvier 1937 1
DURAND-VIEL (Georges). — Discours aux funérailles de *Georges Perrier*, à Paris, le 20 février 1946 481

E

Pages

ESNAULT-PELTERIE (Robert). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Jean Rey* 27

F

FABRY (Charles). — Discours de M. *Armand de Gramont* à ses funérailles, à Paris, le 14 décembre 1945. 477
FAGE (Louis). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Paul Marchal* 446
FERRIÉ (Gustave). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 161
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *Jean Tilho* 161
FUNÉRAILLES de *Henri Douvillé*, à Paris, le 22 janvier 1937. 1
— de *Paul Janet* (levée du corps à Malakoff, Seine), le 24 février 1937. . 21
— de *Charles Lallemand*, à Vecquerville, Haute-Marne, le 3 février 1938. 238
— de *Louis de Launay*, à Paris, le 4 juillet 1938. 251
— de *Paul Séjourné*, à Paris, le 18 janvier 1939 282
— de *Maurice d'Ocagne*, à Paris, le 26 septembre 1938 308
— de *Henri Colin*, à Paris, le 24 mars 1943 383
— de *Joseph Bethenod*, à Paris, le 24 février 1944 390
— de *Georges Charpy*, à Paris, le 29 novembre 1945 471
— de *Charles Fabry*, à Paris, le 14 décembre 1945 477
— de *Georges Perrier*, à Paris, le 20 février 1946 481
— de *Léon Guillet*, à Paris, le 13 mai 1946 485
— de *Pierre-Augustin Dangeard*, à Bois-Colombes, Seine, le 15 novembre 1947 666
— de *Henri Deslandres*, à Paris, le 19 janvier 1948 682

G

GRAMONT (Armand de). — Discours aux funérailles de M. *Paul Séjourné*, à Paris, le 18 janvier 1939 282
— Discours aux funérailles de *Charles Fabry*, à Paris, le 14 décembre 1945 477
GRANDJEAN (François). — Discours aux funérailles de *Louis de Launay*, à Paris, le 4 juillet 1938. . . 251
GRAVIER (Charles). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 285
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Émile Roubaud*. 285
GUILLET (Léon). — La métallurgie. Discours à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 . . . 71
— Discours de M. *Pierre Chevenard* à ses funérailles, à Paris, le 13 mai 1946 485
GUILLIERMOND (Alexandre). — Portrait hors texte . . face à la page 639
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *Roger Heim*. 639

H

Pages

HEIM (Roger). — Notice sur la vie et les travaux de *Alexandre Guilliermond*. 639
— Discours aux funérailles de *Pierre-Augustin Dangeard*, à Bois-Colombes, Seine, le 15 novembre 1947. 666
HELBRONNER (Paul). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 311
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Georges Perrier*. 311
HENNEGUY (Louis-Félix). — Portrait hors texte. . . . . face à la page 360
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *Maurice Caullery* 360
HENNINGS (Einar). — Paroles prononcées à la Cérémonie de remise à M. *Emile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937. 86

I

INAUGURATION du buste de *René Louiche-Desfontaines*, à Tremblay, Ille-et-Vilaine, le 3 octobre 1937 . . . 127
— de la statue de *Lazzaro Spallanzani* à l'Université de Pavie, le 11 avril 1939 302
— de la plaque commémorative apposée sur l'École où enseigna *Lucien Cayeux*, à Avesnes-sur-Helpe, Nord, le 7 juillet 1946 549
INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDÉRURGIE (I. R. SID.). — Cérémonie de la pose de la première pierre des laboratoires, à Saint-Germain-en-Laye, le 19 juin 1948. Discours de M. *Albert Portevin* 723
INSTITUT DES PARCS NATIONAUX DU CONGO BELGE. — Remise à son Président, M. *Victor Van Straelen*, de la médaille Arago décernée à cet Institut, le 4 octobre 1948. 738
INSTITUT MITTAG-LEFFLER. — Cérémonie de remise à M. *Émile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937. 82

J

JACOB (Charles). — Discours aux funérailles de *Henri Douvillé*, à Paris, le 22 janvier 1937 1
— Discours à l'inauguration de la plaque commémorative apposée sur l'École où enseigna *Lucien Cayeux*, à Avesnes-sur-Helpe, Nord, le 7 juillet 1946 549
— Allocution à la Commémoration du centième anniversaire de la fondation de l'*Académie autrichienne des sciences*, à Vienne, le 14 mai 1947. 663
JANET (Paul). — Discours à ses funérailles (levée du corps à Malakoff), par M. *Maurice de Broglie*, le 24 février 1937 21
— id. par M. *Charles Maurain* . . . 24
JOUGUET (Émile). — La combustion des mélanges gazeux et la dynamique des gaz. Discours à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 66
JUBILÉ SCIENTIFIQUE de M. *Émile*

Pages

Borel, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940 324
JULIA (GASTON). — Discours à la Cérémonie de remise à M. *Émile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937 87
— Discours au Jubilé scientifique de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940 338

L

LACROIX (ALFRED). — Discours à la Cérémonie de remise à M. *Emile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937. 96
— Discours à la Cérémonie commémorative en hommage à *Jean-Baptiste Charcot*, à la Sorbonne, le 2 octobre 1937: Charcot à Rockall . . 120
LALLEMAND (CHARLES). — Discours à ses funérailles, par M. *Georges Perrier*, à Vecqueville, Haute-Marne, le 3 février 1938. 238
LAMARCK (JEAN-BAPTISTE DE). — Commémoration du deux-centième anniversaire de sa naissance, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, le 15 juin 1946: La place des conceptions de Lamarck dans la biologie d'aujourd'hui. Discours de M. *Maurice Caullery* 513
LAUNAY (LOUIS DE). — Discours de M. *Francois Granjean* à ses funérailles, à Paris, le 4 juillet 1938. . 251
LEBESGUE (HENRI). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 576
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Arnaud Denjoy* 576
LE CHATELIER (HENRY). — Séance solennelle à sa mémoire, à la Sorbonne, le 24 avril 1937. Allocution de M. *Jean Perrin*. 55
— id. Les idées directrices et l'œuvre de Le Chatelier, par M. *Georges Charpy*. 59
— id. La combustion des mélanges gazeux et la dynamique des gaz, par M. *Emile Jouguet* 66
— id. La métallurgie, par M. *Léon Guillet* 71
— id. Adresse de la section de chimie de l'Académie des sciences, par M. *Georges Urbain* 75
— id. Le Chatelier et la philosophie des sciences, par M. *Emile Picard*. 78
LECLAINCHE (EMMANUEL). — Discours à la Cérémonie commémorative du premier anniversaire de la mort de *Pierre Viala*, à l'Institut National agronomique, le 11 février 1937 . 8
— Paroles de bienvenue à la Cérémonie de remise à M. *Émile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937. 82
LECTURE sur le Rétablissement de la puissance de la Nation française et l'amélioration du niveau de vie par la modification du régime économique, faite en Comité secret, le 16 février 1948, par M. *Albert Caquot*. 688
— Observations présentées à la suite de cette lecture, par M. *Albert Demolon* 706
LYOT (BERNARD). — Discours aux funérailles de M. *Henri Deslandres*, à Paris, le 19 janvier 1948. 682

M

Pages

MAGROU (Joseph). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Marin Molliard* . . 489
MALEBRANCHE (Nicolas). — Commémoration du troisième centenaire de sa naissance, à la Sorbonne, le 25 juin 1938. Discours de M. *Émile Picard* 246
MANGIN (Louis). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 256
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *Henri Colin*. 256
MARCHAL (Paul). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 446
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Louis Fage* 446
MAURAIN (Charles). — Discours à la levée du corps de M. *Paul Janet*, à Malakoff, le 24 février 1937. . . 24
— Discours à la cérémonie commémorative en hommage à *Jean-Baptiste Charcot*, à la Sorbonne, le 2 octobre 1937 : « Groenland » 104
— Discours au Jubilé scientifique de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940 328
MOLLIARD (Marin). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 489
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Joseph Magrou* 489
MOUSSU (Gustave). — Portrait hors texte . . . . . face à la page 526
— Notice sur sa vie et ses travaux, par M. *Albert Demolon* 526

N

NOTICE sur la vie et l'œuvre de *Jean Rey*, par M. *Robert Esnault-Pelterie* 27
— sur la vie et les travaux de *Gustave Ferrié*, par M. *Jean Tilho* . . . 161
— sur la vie et les travaux de *Louis Mangin*, par M. *Henri Colin* . . 256
— sur la vie et l'œuvre de *Charles Gravier*, par M. *Émile Roubaud* . . 285
— sur la vie et l'œuvre de *Paul Helbronner*, par M. *Georges Perrier*. 311
— sur la vie et les travaux de *Louis-Félix Henneguy*, par M. *Maurice Caullery* 360
— sur la vie et les travaux de *Henri Colin*, par *René Souèges* 401
— sur la vie et l'œuvre de *Paul Marchal*, par M. *Louis Fage* 446
— sur la vie et l'œuvre de *Marin Molliard*, par M. *Joseph Magrou* . . 489
— sur la vie et les travaux de *Gustave Moussu*, par M. *Albert Demolon*. 526
— sur la vie et l'œuvre de *Henri Lebesgue*, par M. *Arnaud Denjoy*. . . 576
— sur l'œuvre scientifique de *Lucien Cayeux*, par M. *Léon Bertrand*. . 607
— sur la vie et l'œuvre de *Georges Charpy*, par M. *René Barthélemy*. 633
— sur la vie et les travaux de *Alexandre Guilliermond*, par M. *Roger Heim*. 639
NOTICE NÉCROLOGIQUE sur *Jules-Louis Breton*, lue en la séance du 12 août 1940, par M. *Georges Perrier* 378

O

OCAGNE (Maurice d'). — Allocution à la cérémonie du centenaire de la mort de *René Desgenettes*, à Alençon, le 27 juin 1937 . . . . . Pages 52

P

PAPIN (Denis). — Cérémonie commémorative du trois-centième anniversaire de sa naissance, à la Closerie des Coudraies, Chitenay, Loir-et Cher, le 20 juillet 1947. Discours de M. *Albert Caquot* : Denis Papin, grand mécanicien, grand inventeur. 730
— Id. Discours de M. *Albert Portevin*. 736
PERRIER (Georges). — Discours à la Cérémonie commémorative en hommage à *Jean-Baptiste Charcot*, à la Sorbonne, le 2 octobre 1937 : Travaux géographiques de Charcot . . 109
— Discours aux funérailles de *Charles Lallemand*, à Vecqueville, Haute-Marne, le 3 février 1938. 238
— Notice sur la vie et l'œuvre de *Paul Helbronner* 311
— Notice nécrologique sur *Jules-Louis Breton*, lue en la séance du 12 août 1940 378
— Discours de M. *Georges Durand-Viel* à ses funérailles, à Paris, le 20 février 1946 481
PERRIN (Jean). — Allocution à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 55
— Transfert de ses cendres. Allocution de M. *Jean Cabannes*, à Brest, le 17 juin 1948 713
— Id. Allocution de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, à Paris, le 18 juin 1948 718
— Discours de M. *Maurice de Broglie* à ses funérailles, à Paris, le 26 septembre 1938 308
PICARD (Émile). — Le Chatelier et la philosophie des sciences. Discours à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 78
— Cérémonie de remise à M. *Émile Picard* de la médaille d'or de l'Institut Mittag-Leffler, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937. Paroles de bienvenue prononcées à l'ouverture de la séance, par M. *Emmanuel Leclainche* 82
— id. Discours de M. *Torsten Carleman*. 84
— id. Paroles prononcées par M. *Einar Hennings* 86
— id. Discours de M. *Gaston Julia* . . 87
— id. Discours de M. *Alfred Lacroix*. 96
— id. Remercîment de M. *Émile Picard* 99
— Discours à la cérémonie de commémoration du troisième centenaire de la naissance de *Nicolas Malebranche*, à la Sorbonne, le 25 juin 1938 246
— Allocution lue par M. *Élie Cartan* au Jubilé scientifique de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940 348
PORTEVIN (Albert). — Discours aux funérailles de *Georges Charpy*, à Paris, le 29 novembre 1945. 471
— Discours à la Cérémonie du soixante-quinzième anniversaire de l'*Union des Ingénieurs sortis de l'Univer-*

Pages

sité de Louvain, à Paris, le 9 avril 1948 708
— Discours à la Cérémonie de la pose de la première pierre des Laboratoires de l'*Institut de Recherches de la Sidérurgie* (*I. R. SID.*), à Saint-Germain-en-Laye, le 19 juin 1948 723
— Discours à la Cérémonie commémorative du trois-centième anniversaire de la naissance de *Denis Papin*, à la Closerie des Coudraies, Chitenay, Loir-et-Cher, le 20 juillet 1947 736
PORTRAIT de *Jean Rey* face à la page 27
— de *Gustave Ferrié* . face à la page 161
— de *Louis Mangin* . . face à la page 256
— de *Charles Gravier*. face à la page 285
— de *Paul Helbronner*. face à la page 311
— de *Louis-Félix Henneguy* . . . . face à la page 360
— de *Henri Colin* . . . face à la page 401
— de *Paul Marchal* . . face à la page 446
— de *Marin Molliard* . face à la page 489
— de *Gustave Moussu* . face à la page 526
— de *Henri Lebesgue* . face à la page 576
— de *Lucien Cayeux* . . face à la page 607
— de *Georges Charpy* . face à la page 633
— de *Alexandre Guilliermond* . . . . face à la page 639
POSE DE LA PREMIÈRE PIERRE des Laboratoires de *l'Institut de recherches de la sidérurgie* (*I.R.SID.*), à Saint-Germain-en-Laye, le 19 juin 1948. 723

R

REMISE de la médaille Mittag-Leffler à M. *Émile Picard*, à l'Institut de France, le 6 juillet 1937 82
— de la médaille Arago à M. *Victor Van Straelen*, Président de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, en la séance du 4 octobre 1948. 738
REY (Jean). — Portrait hors texte. . . . . face à la page 27
— Notice sur sa vie et son œuvre, par M. *Robert Esnault-Pelterie* . . 27
ROUBAUD (Émile). — Notice sur la vie et l'œuvre de *Charles Gravier* . . 285
ROUSSY (Gustave). — Discours au Jubilé scientifique de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, le 14 janvier 1940. 324

S

SCHRIBAUX (Émile). — Discours à la Cérémonie commémorative du premier anniversaire de la mort de *Pierre Viala*, à l'Institut national agronomique, le 11 février 1937 . . 15
SÉJOURNÉ (Paul). — Discours de M. *Armand de Gramont* à ses funérailles, à Paris, le 18 janvier 1939 . . 282
SOCIÉTÉ D'ÉMULATION DU BOURBONNAIS. — Cérémonie du centenaire de cette Société, à Moulins, le 14 septembre 1946. Discours de M. *Auguste Chevalier*: Madame Aglaé Adanson et le parc de Baleine. 554
SOUÈGES (René). — Notice sur la vie et les travaux de *Henri Colin* . . . 401
SPALLANZANI (Lazzaro). — Inauguration de sa statue, à l'Université de Pavie, le 11 avril 1939. Discours de M. *Maurice Caullery* 302

T

TILHO (JEAN). — Notice sur la vie et les travaux de *Gustave Ferrié*. . 161
TRANSFERT des cendres de *Jean Perrin* : Allocution de M. *Jean Cabannes*, à Brest, le 17 juin 1948 . . . 713
— Id. Allocution de M. *Émile Borel*, à la Sorbonne, à Paris, le 18 juin 1948. 718

U

UNION DES INGÉNIEURS SORTIS DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN. — Cérémonie du soixante-quinzième anniversaire, à Paris, le 9 avril 1948. Discours de M. *Albert Portevin*. 708
URBAIN (GEORGES). — Adresse de la section de chimie de l'Académie des sciences : Allocution à la séance solennelle à la mémoire de *Henry Le Chatelier*, à la Sorbonne, le 24 avril 1937 75

V

VAN STRAELEN (VICTOR). — Allocution de M. *Auguste Chevalier* en la séance du 4 octobre 1948, à l'occasion de la remise à M. *Van Straelen*, Président de l'*Institut des Parcs nationaux du Congo belge*, de la médaille Arago décernée en 1948 à cet Institut 738
VIALA (PIERRE). — Cérémonie commémorative du premier anniversaire de sa mort, à l'Institut national agronomique, le 11 février 1937 . Discours de M. *Emmanuel Leclainche* 8
— Discours de M. *Émile Schribaux* . 15

IMPRIMERIE DE L'OBSERVATOIRE D'ABBADIA

HENDAYE, Basses-Pyrénées